This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**A propos de ce livre**

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

**Consignes d'utilisation**

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

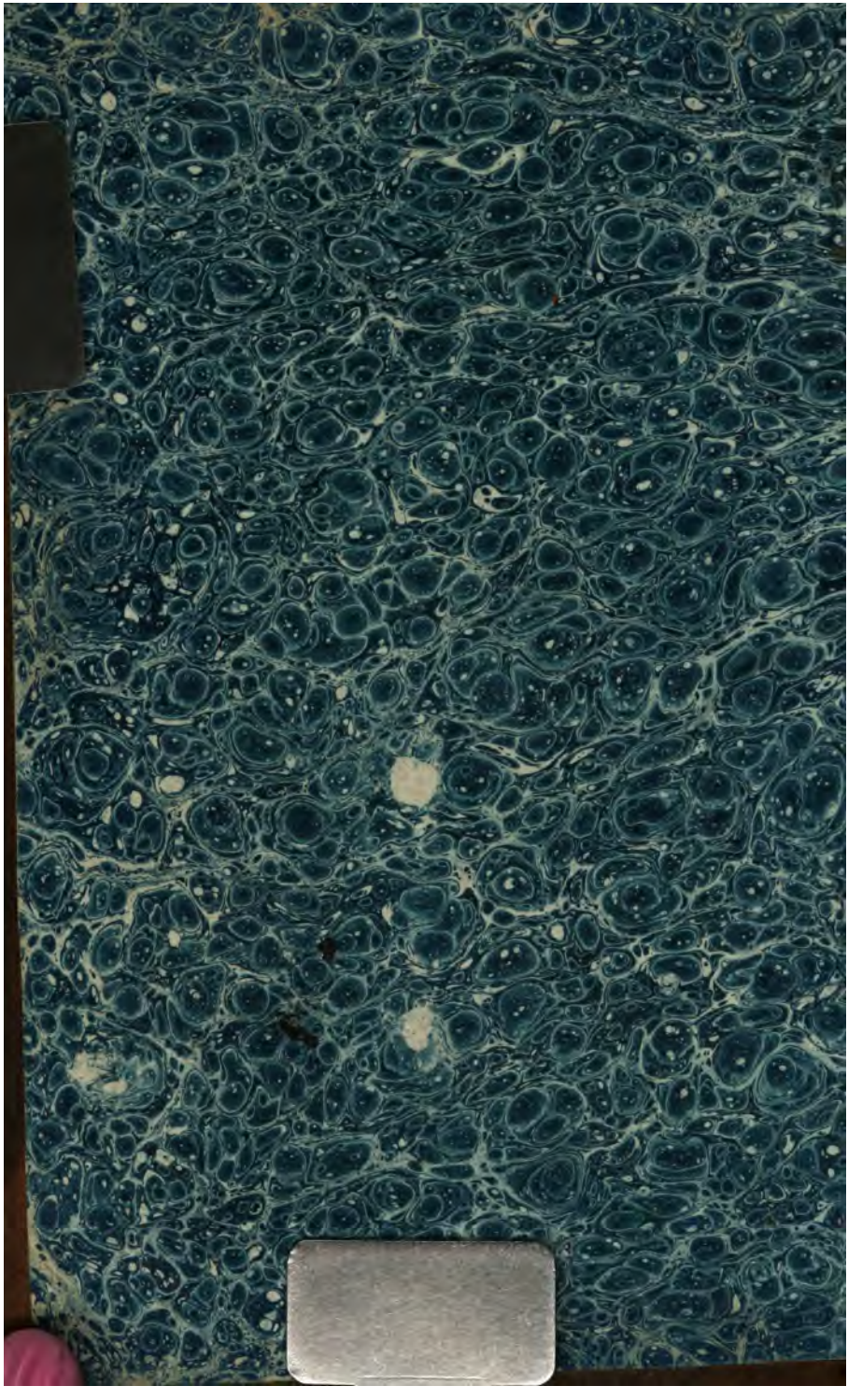
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

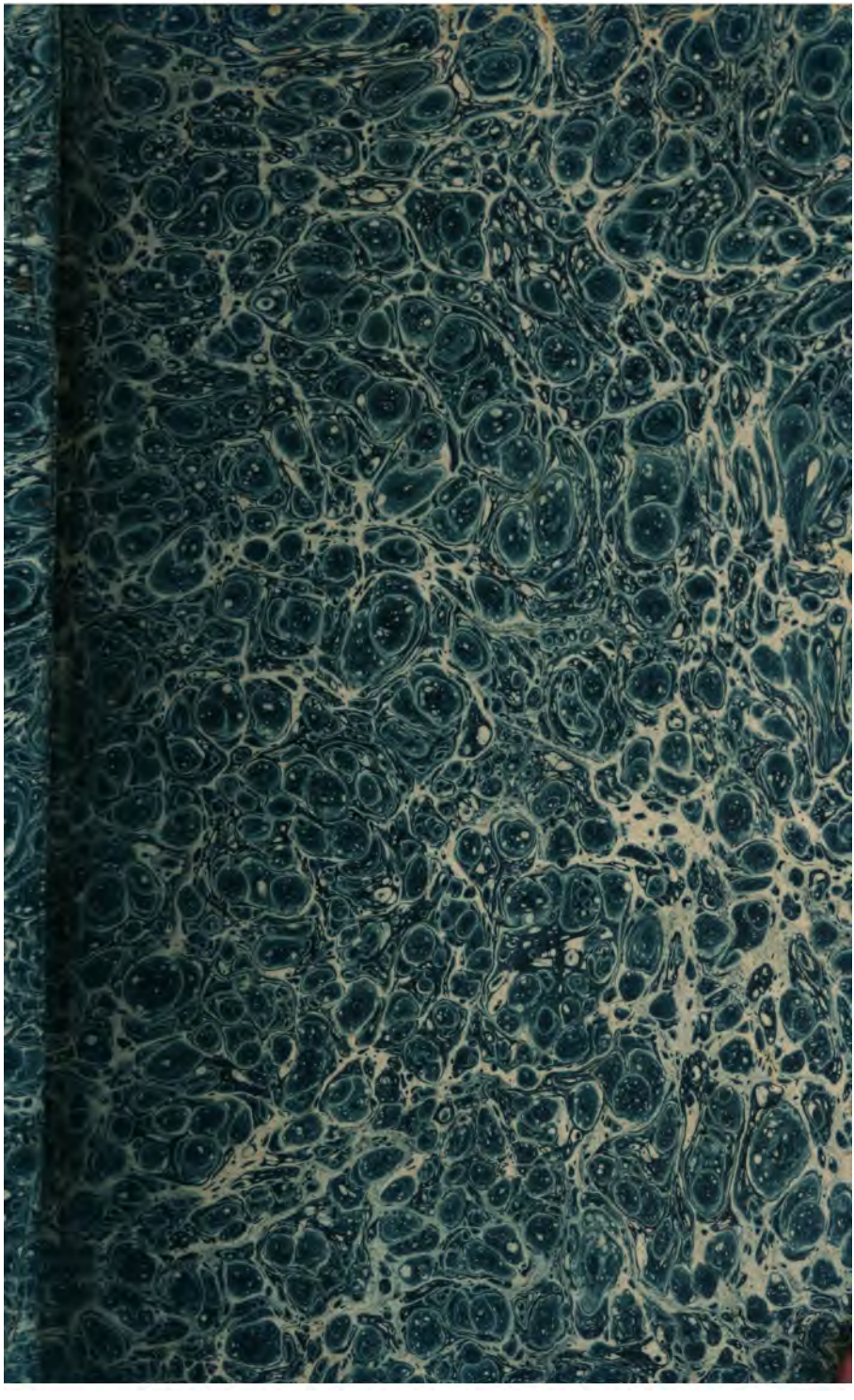
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

**À propos du service Google Recherche de Livres**

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

HDI
HW 2720 1





# THÉORIE
## *DES ÊTRES SENSIBLES,*
## OU
## COURS COMPLET
## *DE PHYSIQUE,*

# THÉORIE DES ÊTRES SENSIBLES:

OU

# *COURS COMPLET*

# DE PHYSIQUE,

*SPÉCULATIVE, EXPÉRIMENTALE; SYSTÉMATIQUE ET GÉOMÉTRIQUE, MISE A LA PORTÉE DE TOUT LE MONDE:*

Avec une Table alphabétique des Matieres, qui en fait un vrai DICTIONNAIRE DE PHYSIQUE.

*Nouvelle Édition, rectifiée, perfectionnée, assortie aux modernes Découvertes, & augmentée d'un cinquieme Volume.*

*Par M. l'Abbé* PARA *DU PHANJAS.*

## TOME QUATRIEME.

*LA THÉORIE DU CIEL, OU L'ASTRONOMIE, GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE.*

A PARIS, RUE DAUPHINE, N°. 116;
Chez DIDOT Fils, Libraire, pour le Génie & l'Artillerie.

1786.

*Avec Approbation, & Privilége du Roi.*

KE 645

HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY
AUG 7 1941

Degrand fund

# THÉORIE
## DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
## COURS COMPLET
## *DE PHYSIQUE.*

## SEPTIEME TRAITÉ.

### Théorie du Ciel.

1108. Définition. LA Théorie du Ciel, ou l'Aſtronomie, eſt la ſcience des Corps céleſtes, opaques & lumineux. Nous la diviſerons en *Aſtronomie géométrique ou ſpéculative*, qui aura pour objet la théorie des Phénomenes céleſtes; & en *Aſtronomie phyſique*, qui aura pour objet la théorie des Cauſes phyſiques d'où émanent ces Phénomenes.

Dans la premiere, nous nous attacherons à faire connoître le mouvement, l'arrangement, la grandeur, la figure, la diſtance des Aſtres.

Dans la ſeconde, nous examinerons quelles Cauſes phyſiques donnent le branle à l'Univers, & y produiſent les grands Phénomenes que nous y obſervons.

Dans les divers Ouvrages qui ont pour objet

l'Aſtronomie, la *théorie des Phénomenes*, nous a toujours paru manquer en général d'un certain fonds d'intérêt: quand elle eſt ſéparée de la *théorie des Cauſes*. Un Eſprit pénétrant & ſolide n'eſt point ſuffiſamment ſatisfait: quand, en apprenant & en voyant que tel & tel phénomene exiſte, il ne voit pas en même tems, comment & pourquoi exiſte ce phénomene.

La théorie des Cauſes & la théorie des Phénomenes, réunies en un même Tout ſcientifique; & dépouillées l'une & l'autre, autant que la choſe eſt poſſible, de ce Ton de ſéchereſſe & d'inaménité, qui trop ſouvent rend rebutante & dégoûtante l'étude du plus magnifique ſpectacle de la Nature: tel eſt le *Mérite propre & caractériſtique*, que nous avons tâché de donner à cette théorie du Ciel; dans la vue & dans l'eſpoir d'en faire à la fois, & un Ouvrage d'inſtruction, & un Ouvrage d'agrément.

S'il n'eſt donné qu'à un très-petit nombre de Génies ſupérieurs, de pouvoir ſaiſir & pénétrer toutes les profondeurs de l'Aſtronomie: nous oſons aſſurer auſſi que les Connoiſſances infiniment intéreſſantes auxquelles nous allons la réduire dans ce dernier Traité, n'excedent la portée d'aucune Perſonne éclairée & capable d'une attention philoſophique.

### *IDÉE GÉNÉRALE DES CORPS CÉLESTES.*

1109. DÉFINITION. Abſtraction faite du Soleil; qui ſemble faire un *Aſtre à part* dans la Nature viſible, on diviſe les Corps céleſtes, en Etoiles fixes, en Planetes, en Cometes.

I°. On nomme *Etoiles fixes*, les Aſtres qui ſont lumineux par eux-mêmes; & qui conſervent toujours entre eux, un même rapport de diſtance.

Un groupe ou un certain nombre d'Etoiles fixes, eſt une *Conſtellation*.

II°. On nomme *Planetes*, certains Aſtres opaques,

que l'on voit faire conſtamment leurs révolutions dans le Ciel, autour du Soleil, d'occident en orient: tantôt s'approchant & tantôt s'éloignant de différentes Etoiles fixes.

Delà, le nom de Planetes: du Mot grec πλανητης, qui ſignifie errant: *Aſtra errantia.*

III°. On nomme *Cometes*, certains Aſtres opaques, comme les Planetes; qui paroiſſent dans le Ciel pendant un tems plus ou moins conſidérable; & qui diſparoiſſent enſuite pendant un tems beaucoup plus long, pour reparoître encore & diſparoître: ſelon l'exigence de leur Révolution réguliere & périodique autour du Soleil.

Ces Aſtres, qui ne ſont pas perſévéramment viſibles, comme les Planetes, traînent communément avec eux dans le Ciel, une *grande Queue* en forme de chevelure, qui leur a fait donner le nom de Comete: nom tiré du Mot grec κομητης, qui ſignifie chevelu ou Aſtre à chevelure: *Aſtra comata.*

## *PLAN ET AXE D'UN CERCLE.*

1110. DÉFINITION. Comme nous aurons ſouvent à parler dans ce ſeptieme Traité, & de l'Axe & du Plan d'un Cercle: il eſt important d'en donner auparavant une idée exacte & lumineuſe, que l'on puiſſe facilement ſaiſir & retenir. (*Fig.* 2).

I°. On nomme *Plan d'un Cercle*, ſa double ſurface, plane & ſans profondeur. Une Ligne ou un Point eſt dans le Plan d'un Cercle: quand cette ligne ou ce point ſe confond avec une partie de la ſurface de ce cercle.

Par exemple, ſi je conçois un Cercle immenſe ABA, qui paſſe par le centre T de la Terre: le centre de la Terre & toutes les parties de la Terre qui toucheront ce Cercle & qui ſe confondront avec ſa ſurface, ſeront dans le Plan de ce cercle. De même, les Points

*arbnf* ſeront dans le Plan de ce même cercle.

II°. On nomme *Axe d'un Cercle*, une ligne droite, qui enfile le centre de ce cercle ; & qui eſt de part & d'autre, perpendiculaire à ſa ſurface.

Par exemple, ſi par le centre d'un Cercle horiſontal, je fais paſſer une *Ligne verticale :* cette ligne ſera l'axe de ce cercle.

De même, l'Axe du cercle ABA, eſt la ligne PTM ; & l'Axe du Cercle NRN, eſt la Ligne DTE.

De même encore, l'axe de l'Equateur terreſtre APBXA, & de tous les Paralleles RSR & TVT à cet Equateur, eſt la Ligne NCM, perpendiculaire à leurs Plans ; & toutes les tranches de la Maſſe terreſtre, qui ſe confondent avec ces différens cercles, ſont dans le Plan de ces cercles. (*Fig.* 61).

### *ORIGINE ET HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE.*

IIII. OBSERVATION. L'Aſtronomie a dû évidemment commencer avec le Monde : étant, dans les premiers Ages, la ſeule lumiere & le ſeul moyen que l'on eût, pour meſurer le Tems, pour régler l'Ordre civil & religieux, pour connoître & pour déterminer le commencement & la fin des diverſes Saiſons. Mais ſes progrès ont dû néceſſairement être fort lents : à cauſe de la difficulté qu'il y a toujours eu, ſur-tout avant l'invention des Téleſcopes, à obſerver avec aſſez de préciſion, des Objets ſi éloignés de notre Globe, ſi compliqués dans leurs Mouvements, ſi peu en priſe à nos regards.

Parmi les Peuples chez qui cette Science a été anciennement en honneur, on peut compter les *Caldéens*, qui avoient fait un aſſez grand nombre d'obſervations plus ou moins importantes, que nous n'avons plus ; les *Egyptiens*, de qui il nous reſte quelques obſervations aſſez exactes ; & les *Chinois*, chez qui on ne trouve cependant aucune obſervation an-

cienne, qui mérite quelque attention; & chez qui l'Aſtronomie étoit encore à tous égards, dans une eſpece d'enfance, au commencement du ſeizieme ſiecle. (520, 521, 523).

L'Aſtronomie ſe ſoutint chez les Romains, chez les Arabes, chez les Succeſſeurs de ces différens Peuples, dans cet état de médiocrité où l'avoient portée les Caldéens & les Egyptiens : Peuples incomparablement plus éclairés en ce genre, que les Chinois leurs contemporains. Ses brillans progrès ont pour époque, l'invention des Lunettes d'approche : invention qui ſembla nous rapprocher du Ciel, ou rapprocher le Ciel de nous. (1026).

Trois grands hommes, dans ces derniers ſiecles, ont principalement contribué à porter l'Aſtronomie à ce haut point de perfection, où elle ſe trouve aujourdhui en Europe : *Copernic*, qui trouva le vrai *Syſtême* du Monde, ou le vrai arrangement des Corps céleſtes; *Kepler*, qui découvrit les vraies Loix de leurs mouvemens & de leurs révolutions : *Newton* qui dévoila les vraies Cauſes phyſiques de ces révolutions & de ces mouvemens.

I°. Avant Copernic, on faiſoit tourner bizarrement le Soleil, les Planetes, les Etoiles, autour de la *Terre immobile* au centre du Firmament. Delà, réſultoit dans les Aſtres, une marche révoltante, une marche diamétralement oppoſée à toute théorie du Mouvement.

Copernic mit la Terre à ſa vraie place, au rang des Planetes; plaça le Soleil immobile, au centre du Monde planétaire; fit des Etoiles, tout autant de Soleils immobiles, deſtinés à éclairer d'autres Planetes, ou d'autres Aſtres opaques, errants autour de chacun d'eux. (*Fig.* 4).

II°. Avant Kepler, même depuis Copernic, on ne connoiſſoit point, ou on ne connoiſſoit que fort

mal, la *marche des Planetes*, que l'on ſuppoſoit circulaire.

Kepler découvrit que les Planetes, tantôt plus voiſines & tantôt plus éloignées du Soleil, font leurs révolutions périodiques autour de cet Aſtre, non dans des Cercles, mais dans des Ellipſes, ſelon *deux Loix generales* qui ſoumettent au Calcul, tous leurs Mouvemens. Nous parlerons ailleurs de ces deux fameuſes Loix de Kepler.

III°. Avant Newton, même depuis Copernic & Kepler, on ignoroit le *Principe phyſique*, qui retient les Planetes dans leur Orbite, pendant leur révolution autour du Soleil.

Newton découvrit que c'eſt leur Peſanteur, ou leur Gravitation vers le Soleil, centre de leurs mouvemens; démontra que cette Gravitation ou cette Peſanteur dans une même Planete quelconque, par exemple, dans la Terre ou dans Jupiter, eſt toujours en raiſon inverſe des quarrés des diſtances de la Planete au Soleil; & que de l'influence de cette Peſanteur ou de cette Gravitation des Planetes vers le centre du Soleil, naiſſent & découlent tous les grands Phénomenes céleſtes.

IV°. Parmi les différentes parties de la Phyſique, l'Aſtronomie eſt celle qui paroît être aujourdhui le plus près du *Terme de la Perfection* dont elles ſont reſpectivement ſuſceptibles; & il ſera bien difficile à celle-ci d'aller plus loin, en genre de lumieres utiles.

La Découverte d'une nouvelle Planete, d'un grand nombre de nouvelles Cometes, de pluſieurs millions de nouvelles Etoiles, n'y a changé en rien, dans ces derniers tems, les *Théories préexiſtantes*: qui, étant toutes fondées & établies ſur les Principes même de la Géométrie, ne ſont ſuſceptibles d'aucune variation. (*Fig.* 4).

La nouvelle Planete n'a été qu'un objet de plus, dans la théorie des Planetes : les nouvelles Cometes & les nouvelles Etoiles n'ont été non plus, que de nouveaux objets, dans la théorie des Cometes & dans la théorie des Etoiles ; & à ces trois égards, la Science aſtronomique n'a fait proprement aucun pas en avant.

Une choſe digne d'attention, en genre de Philoſophie, c'eſt que les deux Sciences dont l'Objet paroiſſoit être le moins à la portée de l'Eſprit humain, ſavoir, l'*Aſtronomie* & la *Métaphyſique*, ſont préciſément celles où il a le plus approché de la Perfection : tandis que d'autres Sciences dont l'Objet eſt ou paroît être comme immédiatement en priſe à toutes ſes Senſations, à toutes ſes Idées, commencent à peine à ſe prêter à quelques Principes certains, à quelques Lumieres fixes & décidées

A la tête des deux Parties ou des deux Diviſions de cette théorie du Ciel, eſt préſenté en précis, le Tableau général des matieres que l'on y traite : ce qui aidera à mieux ſaiſir la nature & l'objet de l'une & de l'autre Diviſion.

## OBJET DE LA PREMIERE PARTIE DE CE TRAITÉ, OU DE L'ASTRONOMIE GÉOMÉTRIQUE.

*La Sphere astronomique : sa formation, sa nature, ses divers usages.*

*Les Corps célestes : Étoiles, Planetes principales & secondaires, Cometes : idée de la Paralaxe, de la Réfraction astronomique, des irrégularités de la Lune, des Éclipses.*

*Les Loix de Kepler : ou explication & démonstration des deux fameuses Loix de la Nature, dans le Ciel*

*Les divers Systèmes du monde : explication & démonstration du Syſtéme de Copernic.*

*La Terre-planete : sa Figure, sa position dans le Ciel, ses trois Mouvemens : mesure du Tems & de l'Espace.*

# PREMIERE PARTIE

## DE LA THÉORIE DU CIEL.

### L'ASTRONOMIE GÉOMÉTRIQUE,

### *ou THÉORIE DES PHÉNOMENES CÉLESTES.*

1112. OBSERVATION. Il ſuffit d'être doué d'un rayon d'Intelligence & de Raiſon, pour être ſaiſi & frappé d'admiration, à la vue de ces *Globes brillans*, qui roulent ou paroiſſent rouler ſur nos têtes; & pour être empreſſé d'en obſerver & d'en connoître la Marche harmonieuſe, qui meſure nos jours & nos années, qui guide le Voyageur & ſur la Terre & ſur la Mer, qui apprend au Cultivateur quel eſt le tems convenable à ſes divers travaux, qui intéreſſe à tant d'autres égards & la Vie privée & la Vie ſociale. (*Fig.* 1).

Mais quelle hardieſſe, quelle ſublimité, quelle ſagacité de génie, ne fallut-il pas à Celui qui *le premier* oſa embraſſer l'immenſité des Cieux, dans la vue de les ſoumettre à ſes Obſervations & à ſes Calculs! Oſons nous mettre à ſa place; & créer en quelque ſorte avec lui, la *Science du Ciel*, ou l'Aſtronomie.

I°. Deux Points fixes & immobiles, ou qui dûrent paroître tels aux premiers Obſervateurs, vont ſervir de baſe & de fondement à toutes nos connoiſſances en ce genre. Ces deux Points ſont le *centre de la Terre*, & le *Pole viſible*.

II°. Quoique ces deux Points ne ſoient pas réellement fixes & immobiles, tels qu'ils paroiſſent d'a-

bord, & tels que nous venons de les ſuppoſer : le *Déplacement réel du premier* & le *Déplacement apparent du dernier*, ne nuiſent en rien à la théorie que nous allons d'abord établir ſur leur immobilité ; comme on le verra par la ſuite de ce Traité.

III°. Regardons donc d'abord, avec les premiers Obſervateurs & avec les premiers Aſtronomes, la Terre, comme immobile au centre de l'Univers ; & le Ciel, comme faiſant chaque jour ſa révolution, d'orient en occident, autour de la Terre & autour des *deux Points fixes P & M*, dont l'un eſt toujours viſible & l'autre toujours inviſible pour nous ; & auxquels on a donné le nom de *Poles du Monde*, parce que tout le Ciel paroît tourner chaque jour autour d'eux.

Le nom de Poles, leur vient du Mot grec πολέω, *verto*, je tourne : delà πόλος, *Polus*.

*LES POLES DU MONDE ET DE LA TERRE.*

1113. OBSERVATION. En contemplant dans une belle nuit, cette *Voûte azurée & parſemée de Corps lumineux*, qui, de toute part, termine & enchante ma vue, & à laquelle on a donné le nom de Firmament :

I°. J'apperçois qu'il y a du côté du nord, à une certaine hauteur, près de la derniere Etoile d'une Conſtellation que l'on nomme la petite Ourſe ou le petit Charriot, un *Point fixe & immobile P*, qui ne ſe leve ni ne ſe couche jamais ; qui reſte toujours également élevé au-deſſus de mon horiſon ; qui paroît ne tourner que ſur lui-même, & autour duquel tourne ou paroît tourner chaque jour toute la Machine céleſte, d'orient en occident. (*Fig* 1).

Ce Point immobile P, eſt le *Pole ſeptentrional du Monde*. On le nomme auſſi Pole arctique ; parce qu'il eſt au voiſinage de la grande & de la petite Ourſe,

en Grec Αρκτος ; & Pole boréal, parce que le Vent de biſe, ſouffle du nord au midi.

II°. Je mene par la penſée une *Ligne droite PT*, de ce Pole P au centre de la Terre T ; & je la prolonge indéfiniment au-delà du centre de la Terre.

Cette Ligne droite PTM, que je nomme l'*Axe du Monde*, prolongée indéfiniment au-delà du centre de la Terre, aboutira dans le Firmament à un *autre Point fixe & immobile M*, autour duquel doit tourner auſſi chaque jour toute la Machine céleſte, d'orient en occident.

Ce Point M eſt l'autre Pole du Monde, ou le *Pole méridional*, que l'on nomme auſſi Pole antarctique & Pole auſtral.

III°. La partie *p* T *m* de l'Axe du Monde, qui enfile la Terre, eſt l'*Axe de la Terre ;* & les deux Points par où cette ligne ſort de la Terre, ſont *les deux Poles de la Terre.*

L'un *p* au nord, eſt le Pole arctique ou ſeptentrional ; & l'autre *m*, au midi, eſt le Pole antarctique ou méridional.

## *BASE ET FONDEMENT DE L'ASTRONOMIE.*

1114. HYPOTHESE. Pour faire bien voir & bien ſentir comment & par quelle marche l'Eſprit humain a pu s'élever à des *Connoiſſances aſtronomiques :* je me place par la penſée, dans les tems les plus reculés ; & abandonné aux ſeules lumieres de ma Raiſon, je vais obſerver les Aſtres, & tracer dans le Ciel & ſur la Terre, *différens Cercles*, qui doivent me ſervir à prendre des Points fixes & à former des Diviſions exactes dans toute l'immenſité de l'Univers. (*Fig.* 1).

Dans une grande Plaine bien découverte, ſoit le Lieu où le Point *n ;* que je vais choiſir pour en faire le théâtre & le centre fixe de mes Obſervations aſtronomiques. De ce *Point fixe*, ma Vue s'étendra en li-

berté dans toute la partie du Ciel HPCR, qui ſe trouve placée au-deſſus de mon Horiſon HTR : je découvrirai la moitié de la Voûte céleſte qui roule autour de moi : le Point Z ſera au-deſſus de ma tête.

I°. Du *Pole toujours viſible & toujours immobile P*, je mene par le centre de la Terre, la ligne droite PTM. C'eſt l'axe de la Terre & du Monde, ſur lequel tourne ou paroît tourner chaque jour tout le Ciel, d'orient en occident.

Cette Ligne me donne *deux Points fixes* dans le Ciel; ſavoir, les deux Poles P & M. (1113).

II°. Du centre de la Terre, je mene par la penſée une Ligne droite T *n*, qui paſſe par le Lieu même où je fais mes Obſervations; & que je prolonge indéfiniment, & au-deſſus de ma tête en Z, & au-deſſous de mes pieds en N.

Cette Ligne droite me donne *deux autres Points fixes* dans la Voûte céleſte; ſavoir, le *Zénith Z* ſur ma tête, & le *Nadir N* dans la partie oppoſée ſous mes pieds.

Les deux Lignes PTM & ZTN, qui aboutiſſent à ces *quatre Points fixes* dans la Voûte céleſte, & qui s'entre-coupent au centre de la Terre, ſont ou peuvent être dans un même Plan : puiſqu'elles forment au centre de la Terre, *deux Angles oppoſés au ſommet*; & que deux angles oppoſés au ſommet, peuvent toujours être dans un même Plan, par exemple, dans un Cercle appliqué aux deux Lignes qui forment leurs côtés, ou dans un Cercle qui ſe confonde en partie avec ces deux lignes.

Je vais donc mettre les *deux Lignes PTM & ZTN*, qui aboutiſſent aux quatre Points fixes dans le Ciel, dans un même Plan, dans un même Cercle; & voici comment j'opere à cet égard.

III°. Ayant mené par la penſée, une Ligne droite du Pole ſeptentrional P à mon Zénith Z, une autre Ligne

Ligne droite, de mon Zénith au Pole méridional M; une troiſieme Ligne droite, du Pole méridional à mon Nadir N; une quatrieme Ligne droite, de mon Nadir au Pole ſeptentrional P : je conçois une *Ligne droite*, menée du centre de la Terre à l'un des quatre Points fixes, comme faiſant une révolution le long des Lignes droites, qui lient entre eux ces quatre Points fixes.

Cette Ligne ou ce Rayon TP, par exemple, décrira par ſa révolution, un *Cercle PZAMNBP*, dont le Plan paſſera par mon Zénith Z, par mon Nadir N, & par les deux Poles de la Terre & du Monde. Ce Cercle idéal ſera le *Méridien de mon Obſervatoire*, ou du Point fixe que j'ai choiſi pour en faire & le théâtre & le centre de mes Obſervations aſtronomiques : Méridien qui diviſe ou partage géométriquement le Ciel & la Terre en deux parties égales, dont l'une eſt à mon orient & l'autre à mon occident; & ſous lequel je verrai paſſer chaque jour tout le Ciel en revue.

IV°. Du centre de la Terre, je mene une *autre Ligne droite TA*, égale au rayon du Méridien, & perpendiculaire à l'Axe du Monde; & je la conçois comme faiſant une révolution autour de cet Axe du Monde.

Cette Ligne décrira un *nouveau Cercle ATBA*, dont l'Axe PM paſſera par les Poles de la Terre, & aboutira aux Poles du Monde; & dont le Plan ſera à égale diſtance des Poles oppoſés.

Ce Cercle ſera l'*Equateur*, qui diviſera la Terre & le Ciel en deux parties égales, l'une au nord & l'autre au midi; & que je verrai coupé par le milieu ſous differens angles, par l'Orbite que décrivent ou la Route que parcourent les Planetes dans leur révolution annuelle.

V°. Du centre de la Terre encore, je mene une *autre Ligne droite TH*, égale au rayon du Méridien, &

perpendiculaire à la Ligne ZTN qui atteint mon Zénith & mon Nadir ; & je la conçois comme faiſant une révolution autour de la Ligne ZTN.

Cette Ligne TH décrira un *troiſieme Cercle HTR*, dont l'Axe ZTN aboutira à mon Zénith & à mon Nadir ; & dont le Plan ſera par-tout à égale diſtance de ces deux Points oppoſés.

Ce Cercle ſera mon *Horiſon*, dans le Plan duquel je verrai chaque jour le Soleil & les Planetes ſe lever & ſe coucher en différens Points, tantôt plus au nord & tantôt plus au midi.

Ce Cercle, ainſi que les deux précédens, diviſe le Ciel & la Terre en deux *Hémiſpheres égaux*.

VI°. Il me ſera facile de tracer dans le Ciel, par la penſée, tant d'autres Cercles que je voudrai, ſelon la même méthode. Delà naîtra la *Sphere aſtronomique*, que l'on nomme *Sphere armillaire*, quand elle eſt repréſentée ou exécutée en carton ou en telle autre Matiere ſolide. (*Fig.* 58).

La Sphere armillaire, image de la Sphere aſtronomique, eſt compoſée de *ſix grands Cercles*, qui ſont le Méridien MN, l'Equateur AB, l'Horiſon HH, le Zodiaque DE, & les deux Colures; & de *quatre petits Cercles*, qui ſont les deux Tropiques CD & EF, & les deux Cercles Polaires M & N.

Les grands Cercles ont leur centre, dans le centre même de la Terre : les petits Cercles ont leur centre hors de la Terre, par exemple, ſur l'Axe du monde, ou ſur telle autre ligne menée du centre de la Terre au Firmament. Par exemple, (*Fig.* 1) :

Les Cercles ABA & HRH ſont de grands cercles ; & les Cercles CDC, ZHZ, EFE, RNR ſont de petits cercles.

VII°. Après avoir montré ou indiqué comment & par quelle marche l'Eſprit humain a pu s'élever à des *Connoiſſances aſtronomiques* : il nous reſte à expoſer

plus en détail, les Connoiſſances intéreſſantes qu'il a acquiſes en ce genre; & c'eſt ce que nous allons faire dans tout ce dernier Traité, où l'ordre & la lumiere ſont encore plus néceſſaires que dans tous les précédens.

La théorie de la Sphere aſtronomique, la théorie des différens Corps céleſtes, des Loix de Kepler, du vrai Syſtême du Monde, de la Terre-Planete: tel ſera l'objet de cette premiere Partie de l'Aſtronomie, que nous diviſerons en cinq grandes Sections.

## PREMIERE SECTION.

### THÉORIE DE LA SPHERE ASTRONOMIQUE.

1115. DÉFINITIONS. UNE *Sphere* eſt un Solide réel ou apparent, formé par la révolution d'un Demi-cercle PBM ſur ſon axe PTM. Tel eſt ou tel paroît être le *Monde viſible*, que nous allons diviſer idéalement ou conſidérer comme idéalement diviſé par différentes eſpeces de Cercles. (*Fig.* 1).

I°. Dans ce Globe immenſe, qui roule ou qui paroît rouler chaque jour autour de notre Globe terreſtre:

On nomme *Poles du monde*, les deux Points immobiles P & M, autour deſquels ſe font les révolutions journalieres.

On nomme *Axe du Monde*, une Ligne droite, PTM, qui enfile le centre de la Terre, & atteint les deux Poles.

On nomme *Zénith*, le Point du Ciel Z ou C ou A ſur nos têtes; où aboutit une ligne droite T *n* Z, menée du centre de la Terre à nos pieds, & de nos pieds juſques dans le Ciel.

On nomme *Nadir*, le point du Ciel ſous nos pieds, où aboutit une ligne *n g* N ou *c f* F, menée de nos pieds au centre de la Terre, & du centre de la Terre dans le Ciel ſous nos pieds.

On nomme *Antipodes*, le Point de la ſurface terreſtre *g* ou *f*, où cette derniere ligne ſort de la Terre ſous nos pieds pour aller aboutir au Nadir.

On nomme *Firmament*, cette Voûte réelle ou apparente, à laquelle paroiſſent être attachés les Corps céleſtes.

On nomme *Eſpaces céleſtes*, tout l'eſpace intercepté de toute part entre la Terre & le Firmament.

II°. On voit, par ces Définitions, qu'il n'y a pour tout l'Univers, que deux Points dans le Ciel, qui méritent le nom de Poles; ſavoir, les points P & M; mais qu'il y a autant de différens Zéniths & autant de différens Nadirs, qu'il y a de Points ſur la ſurface terreſtre, où pourroit être ſuppoſé un Obſervateur.

L'Obſervateur placé en *n*, a pour Zénith, le point Z; & pour Nadir, le point N: placé en *p*, il a pour Zénith, le point P; & pour Nadir, le point M.

Il en eſt de même pour les Antipodes. L'Obſervateur placé en *b*, a pour Antipodes, le point *a*: placé en *a*, il a pour Antipodes le point *b*; placé en *c*, il a pour antipodes le point *f*; placé en *m*, il a pour antipodes le point *p*; & ainſi du reſte.

Il réſulte delà, que le Zénith, le Nadir, & les Antipodes de Paris, par exemple, n'ont rien de commun avec ceux de Rome ou de Madrid ou de Peterſbourg.

## *IDÉE DU MÉRIDIEN.*

1116. DÉFINITION. Le *Méridien d'un Lieu quelconque P*, ainſi que nous l'avons déjà obſervé & expliqué (1114), eſt un grand Cercle MPNXM, dont le Plan paſſe par le Zénith & le Nadir de ce lieu, par le

centre la Terre, & par les Poles de la Terre & du Monde. (*Fig.* 61).

I°. On a donné à ce Cercle le nom de Méridien; parce que, lorſque le centre du Soleil atteint le Plan de ce Cercle, dans ſa révolution ſur l'Horiſon, il eſt midi pour cet endroit : le Soleil étant alors également éloigné, & du point de l'horiſon où il ſe leve, & du point de l'horiſon où il ſe couche.

Il eſt également midi pour tous les *autres Points YZ* de la Surface terreſtre, qui ſe trouvent placés dans le Plan de ce Cercle au-deſſus de l'horiſon.

II°. Il eſt clair qu'il y a tout autant de *différens Méridiens*, qu'il y a de Points dans la circonférence APBXA de l'Equateur terreſtre : puiſque le Méridien paſſe toujours & partout par le Zénith & par les Poles ; & que l'on peut mener autant de Cercles différens par les Poles, qu'il y a de Points dans la circonférence de l'Equateur.

Le Méridien d'un lieu P n'eſt point le Méridien d'un autre lieu P ſitué à l'orient ou à l'occident de ce lieu.

Mais le Méridien d'un lieu P peut être le méridien d'un autre lieu ſitué au nord ou au midi de ce lieu ; parce que le Plan du Méridien, eſt dirigé du midi au nord, & non de l'orient à l'occident.

## *IDÉE DE L'HORISON.* (*).

1117. DÉFINITION. On doit diſtinguer *deux ſortes d'Horiſon* ; l'horiſon aſtronomique, & l'horiſon ſenſible. (*Fig.* 1).

I°. *L'Horiſon aſtronomique d'un Lieu quelconque*, eſt

(*) ETYMOLOGIE. Horiſon : d'ὁριζω, *finio*, *termino*. Delà, ὁριζων : Cercle qui termine notre hémiſphere, qui termine la vue dans le Ciel ; ou qui diviſe le Ciel en deux parties égales, dont l'une eſt toujours ſucceſſivement viſible.

un grand Cercle dont l'axe aboutit au Zénith & au Nadir de ce lieu ; & dont le Plan, paſſant par le centre de la Terre, eſt par-tout également éloigné & du zénith & du nadir de ce lieu. (1114)

Le Plan de ce Cercle, diviſe la Terre & le Ciel en deux portions égales, ou en deux Hémiſpheres égaux, dont l'un eſt au-deſſus & l'autre au-deſſous de ce Plan.

La circonférence de ce Cercle, eſt par-tout éloignée de quatre-vingt-dix degrés, du zénith & du nadir. L'Horiſon aſtronomique du Point *n*, eſt le Cercle HTR : on le nomme auſſi Horiſon rationel.

II°. L'*Horiſon ſenſible du même Lieu quelconque*, eſt un Cercle qui a le même axe que l'horiſon aſtronomique ou rationel dont nous venons de parler ; & dont le Plan, parallele au plan de ce dernier, au lieu de paſſer par le centre de la Terre, paſſe par ſa ſurface, dans le Point même dont il eſt l'horiſon.

L'Horiſon ſenſible, un peu moindre que l'Horiſon aſtronomique, en eſt par-tout éloigné de tout le Rayon terreſtre ; c'eſt-à-dire, d'environ 1430 lieues : différence qui devient nulle dans le Ciel, où ces *deux Horiſons* ſe confondent ſenſiblement.

Si la Ligne *hnr* faiſoit une révolution autour du point *n*, en demeurant toujours perpendiculaire à la ligne TZ ; elle décriroit un Cercle qui ſeroit l'horiſon ſenſible du Point *n* ; horiſon parallele à l'horiſon aſtronomique HTR du même lieu.

Quand on paſſe d'un Lieu à un autre ; on change & d'horiſon ſenſible & d'horiſon aſtronomique : parce qu'alors on a un autre Zénith & un autre Nadir ; & que l'axe de l'horiſon, paſſe toujours par ces deux Points du Ciel.

## *IDÉE D'UNE MÉRIDIENNE.*

1118. DÉFINITION. La *Méridienne d'un Lieu quel-*

*conque*, eſt au Méridien de ce lieu, ce qu'une ligne eſt à un Cercle : c'eſt une *Ligne droite*, placée dans le Plan du Méridien de ce Lieu, & parallele à l'horiſon ſenſible & par là même à l'horiſon aſtronomique de ce même lieu.

Le plan du Méridien & le plan de l'Horiſon ſenſible, s'entre-coupent à angles droits ; puiſque l'axe de l'horiſon eſt dans le plan du méridien. La *commune interſection de ces deux Cercles*, eſt une Ligne droite ; & cette ligne ou toute autre ligne qui lui ſera parallele dans le plan du Méridien au-deſſus de l'horiſon, eſt la *Méridienne de ce Lieu.*

## *IDÉE DE L'ÉQUATEUR.*

1119. DÉFINITION. L'*Equateur*, dont nous avons déjà obſervé & expliqué la formation (1114), eſt un grand Cercle A*n*B*a*AT, dont l'axe PTM paſſe par le centre de la Terre, par les Poles de la Terre & du Monde ; & dont le Plan eſt par-tout également éloigné & des deux poles de la Terre & des deux poles du Monde. (*Fig.* 2).

La partie de ce Cercle qui atteint la ſurface de la Terre, eſt l'Equateur terreſtre *s t s :* c'eſt ce que l'on nomme la Ligne équinoxiale ou ſimplement la Ligne. Par exemple, *paſſer la Ligne ;* c'eſt paſſer du nord au midi ou du midi au nord de l'équateur. (494).

I°. L'Equateur ſe nomme auſſi *Cercle Equinoxial ;* parce que, quand le Soleil l'atteint, les jours ſont égaux aux nuits dans toute la Terre : ce qui arrive deux fois chaque année ; au commencement du printems, quand le Soleil paſſe ou paroît paſſer du midi vers le nord ; & au commencement de l'automne, quand le Soleil paſſe du nord vers le midi.

II°. L'Equateur, par ſa révolution journaliere autour de la Terre, d'orient en occident, meſure le Jour. Or, comme l'Equateur, ainſi que tout Cercle,

eſt diviſé en trois cent ſoixante degrés; & que le jour ne renferme que vingt-quatre heures : en diviſant le nombre de 360 par 24, on trouvera que *quinze degrés de l'Equateur*, répondent préciſément à une heure du Jour.

Ainſi, il faut une heure, pour qu'*un Point de l'Equateur*, paſſe de l'horiſon, à quinze degrés au deſſus ou au-deſſous de l'horiſon; deux heures, pour que ce même Point de l'Equateur, ſe porte à trente degrés au-deſſus ou au-deſſous de l'horiſon; & ainſi du reſte. On peut dire la même choſe des Cercles KN, RS, & des autres Cercles paralleles à l'Equateur.

1120. REMARQUE I. L'Horiſon eſt toujours déterminé par le Zénith; & le Zénith eſt toujours éloigné de quatre-vingt-dix degrés, de la circonférence de l'horiſon. Par conſéquent, (*Fig.* 1):

I°. *Quand le Zénith A ou B eſt dans l'Equateur:* le Plan de l'horiſon atteint les Poles de la Terre & du Monde P & M. Dans ce cas ſeulement, l'Equateur A B A & l'Horiſon P M P s'entrecoupent à angles droits.

II°. *Quand le Zénith eſt entre les Poles & l'Equateur*, par exemple en Z : l'horiſon HTR s'abaiſſe au-deſſous d'un Pole P, s'éleve au deſſus de l'autre pole M, s'incline à l'Equateur ATB; & l'Arc PH ou RM, intercepté entre le Pole viſible & le Plan de l'horiſon, eſt toujours égal à la hauteur du Pole viſible P au-deſſus de l'horiſon.

III°. *Quand le Zénith eſt dans les Poles mêmes*, en P ou en M : le plan de l'horiſon ſe confond avec le plan de l'équateur. L'Equateur & l'horiſon ſont un même cercle ATB, dont le plan eſt par-tout éloigné des poles, de 90 degrés.

1121. REMARQUE II. Le *Zénith d'un Lieu quelconque*,

& le Pole visible, sont toujours dans le plan du Méridien de ce lieu. (1116).

Or comme le Pole est à quatre-vingt-dix degrés de l'Equateur; & le Zénith à quatre-vingt-dix degrés de l'horison (1117): il est clair qu'autant que le zénith Z s'approche du pole visible P, autant l'horison TH s'abaisse au-dessous de ce pole visible P; & que la *hauteur PH du Pole*, est égale à l'éloignement ZA du Zénith à l'Equateur. (*Fig.* 1).

Ainsi, HPZ = 90 degrés: PZA = 90 degrés: ôtez la partie commune PZ; reste de part & d'autre PH = Z A.

D'où il s'ensuit que *l'éloignement du Zénith à l'Equateur, est égal à la hauteur du Pole;* & que l'éloignement du Zénith au Pole, est égal au *Complément de la hauteur du Pole.*

Par exemple, si dans le Méridien MAPH, le Pole P est élevé de cinquante degrés au-dessus de l'Horison H: le Zénith Z est à 50 degrés de l'équateur A, & à 40 degrés du, Pole P.

### IDÉE DE L'ÉCLIPTIQUE.

1122. DÉFINITION. L'*Ecliptique* est proprement la *Courbe RNR* que décrit le centre de la Terre, pendant sa révolution annuelle autour du Soleil (*Fig.* 2):

Ou bien, si l'on juge par les apparences, l'*Ecliptique* est le Cercle RNR que paroît décrire le centre du Soleil, pendant sa révolution annuelle du midi au nord & du nord au midi, dans le Firmament.

En supposant ici la Terre immobile: si l'on observoit exactement pendant toute une année, à quel point du Firmament répond chaque jour le *centre du Soleil*, à une même heure, par exemple, à midi: on trouveroit que ce centre du Soleil, au lieu de répondre chaque jour à un même point *a* du Firmament, se trouve chaque jour à midi dans un point

plus avancé d'environ un degré vers l'orient; aujourdhui en *a*, demain en *r*, après-demain en *b*, enſuite en *c*, en N, en *d*, en *e*, en *n*, en *f*, en *g*, en R, en *h*, en *k*, en *a*:

Et que la ſomme de tous ces Points obſervés à midi pendant toute l'année, forme dans le Firmament, la circonférence d'un Cercle RTN; dont le plan paſſeroit par le centre de la Terre, & ſeroit incliné d'environ vingt-trois degrés & vingt-huit minutes ſur le plan de l'Equateur ATB.

Ce cercle RTN eſt l'*Ecliptique*, dans le Plan de laquelle ſe trouvent toujours, & le centre du Soleil, & le centre de la Terre. Le nom d'Ecliptique lui vient, de ce que toutes les Eclipſes de Soleil & de Lune ont lieu ou arrivent dans ſon Plan. (1110).

I°. Le Plan de l'Ecliptique RTN, n'eſt ni parallele, ni perpendiculaire au plan de l'équateur ATB: le premier eſt oblique au ſecond. Cette *obliquité de l'Ecliptique*, relativement à l'Equateur, eſt meſurée par l'angle RTB ou NTA, qui eſt cette année 1786, de 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces. Nous examinerons ailleurs ſi cette Obliquité eſt variable: ſi l'angle NTA augmente ou diminue, ou s'il reſte perſévéramment de même grandeur. (1381).

II°. L'axe DTE de l'Ecliptique, & l'axe PTM de l'Equateur, font entr'eux le même angle que leurs Plans qui s'entre-coupent par leurs centres au centre de la Terre. Ces deux axes ont donc entre eux la même obliquité que leurs plans.

Les deux Points du Ciel où aboutit l'axe de l'Ecliptique, ſont *les deux Poles de l'Ecliptique*. Ces deux Points ou ces deux Poles D & E, ſont donc éloignés cette année 1786, d'environ 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces, des deux Poles du monde P & M.

III°. Comme l'Ecliptique & l'Equateur s'entrecou-

pent par leurs centres au centre de la Terre : il eſt clair qu'*une moitié TN de l'Ecliptique eſt au nord ; & l'autre moitié TR, au midi de l'Equateur.*

Le Soleil, qui dans une année parcourt ou paroît parcourir la circonférence de l'Ecliptique, en avançant chaque jour d'environ un degré d'occident en orient, ſe trouvera donc tantôt au nord & tantôt au midi de l'Equateur : paſſant deux fois par an, dans le plan de l'équateur ATB.

### *IDÉE DES PARALLELES A L'ÉQUATEUR.*

1123. DÉFINITION. On nomme *Paralleles à l'Equateur*, les Cercles que décrit ou paroît décrire chaque jour le centre du Soleil, en deçà & en delà de l'Equateur, pendant ſa révolution annuelle autour de l'Ecliptique. Tels ſont, par exemple, les cercles paralleles SRS & NKN, au nord & au midi de l'Equateur ABA. (*Fig.* 2).

I°. Quand le Soleil eſt en *a*, dans l'interſection de l'écliptique & de l'équateur, au commencement du printems : ce jour-là, il fait ſa *Révolution diurne dans l'Equateur*, avec le point *a* qu'il occupe dans l'Ecliptique.

II°. Quand le Soleil, avançant ou paroiſſant avancer chaque jour d'environ un degré dans l'Ecliptique, & paſſant ſucceſſivement chaque jour de *a* en *r*, de *r* en *b*, de *b* en *c*, eſt arrivé en N, au Solſtice d'été & au commencement de l'été : ce jour-là, il fait ſa *Révolution diurne*, au nord de l'Equateur, dans le Cercle NKN, avec le point N qu'il occupe ou qu'il paroît occuper dans le Firmament & dans l'Ecliptique.

III°. Quand le Soleil, avançant toujours chaque jour d'environ un degré d'occident en orient dans l'Ecliptique, après avoir ſucceſſivement paſſé par tous les points *denfg* de l'écliptique, ſera parvenu en R, au commencement de l'hiver : ce jour-là, il

fera ſa *Révolution diurne*, au midi de l'équateur, dans le Cercle RSR, avec le point R qu'il paroît occuper dans le Ciel; & qui paroît tourner conjointement avec lui autour de la Terre, d'orient en occident, dans le Cercle RSR, parallele à l'Equateur ABA.

IV°. Si le Soleil, dans ſa révolution annuelle autour l'Ecliptique, d'occident en orient, paſſoit par bonds d'un degré à l'autre, s'arrêtant un jour entier ſur le même point, & ſautant le lendemain tout à coup à un autre point plus éloigné d'environ un degré: il décriroit, dans ſes différentes révolutions diurnes autour de la Terre, tout autant de *Cercles RS, AB, NK, paralleles à l'Equateur*, qu'il y a de jours dans l'an.

Mais comme le mouvement annuel du Soleil dans l'écliptique, eſt ſucceſſif & permanant: il eſt clair que le Soleil, dans ſon Mouvement annuel combiné avec ſon mouvement diurne, au lieu de décrire dans le Ciel environ trois cent ſoixante-cinq Circonférences iſolées & parfaitement paralleles à l'équateur, ne décrit que *deux Spires continues*; dont l'une commence en R & finit en N, & dont l'autre commence en N & finit en R.

V°. Ainſi, en regardant comme réel le *Mouvement apparent du Soleil*: chaque Révolution diurne de cet Aſtre autour de la Terre, eſt réellement une *Révolution ſpirale*, un peu inclinée à l'Equateur; mais que l'on peut regarder comme un Cercle ſenſiblement parallele à l'équateur, à cauſe de ſon inclinaiſon inſenſible.

Le Soleil, par ſes Révolutions diurnes, réelles ou apparentes, décrit donc dans une année, environ trois cent ſoixante-cinq Spires & un quart, que l'on peut prendre pour tout autant de Cercles paralleles à l'équateur. Delà, tout autant de *Cercles ſenſiblement paralleles à l'équateur*, dans la Sphere aſtronomique.

Les *Paralleles à l'Equateur*, ſont tous du nombre des *petits Cercles* : puiſque leur Plan paſſe toujours hors du centre de la Terre, du côté du Nord ou du côté du Midi.

## POLES DE L'ÉCLIPTIQUE.

1124. PROBLÊME. *Trouver à peu près, ſans le ſecours des Inſtruments aſtronomiques, la poſition du Pole boréal de l'Ecliptique.* (Fig. 2).

SOLUTION. De ce que nous venons d'obſerver & d'expliquer au ſujet de l'Ecliptique, il réſulte que ſi on décrit dans le Ciel autour du Pole du Monde P, un *Cercle DGD*, dont le rayon parte de l'axe du monde & embraſſe 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces de la circonférence céleſte autour du pole P : le *Pole de l'Ecliptique*, ſe trouvera dans la circonférence de ce Cercle DGD.

Mais quel eſt le *Point de cette Circonférence DGD*, qui eſt le Pole de l'Ecliptique ? C'eſt ce qu'il s'agit ici de déterminer. (*Fig.* 3).

Tout le Monde connoît cette belle Conſtellation du nord, compoſée de ſept étoiles brillantes de perpétuelle apparition, que l'on nomme la *grande Ourſe*, ou le *Charriot de David*. Elle a en effet quelque apparence de Charriot : quatre Etoiles ABCD en forment le train ou les quatre roues : trois autres FGT en repréſentent pour ainſi dire le timon.

I°. Si, par les deux Etoiles A & B, on tire par la penſée une Ligne droite indéfinie BAX vers le nord : cette Ligne paſſera fort près de l'*Etoile polaire P*, laquelle eſt autant éloignée de l'étoile A, que l'étoile A l'eſt de l'étoile T.

Cette Etoile polaire P forme la queue d'une autre Conſtellation compoſée, comme celle-ci, de ſept étoiles, mais moins brillantes. Elle porte le nom de

*petite Ourſe*, en grec Αρκτος : d'où eſt venu au Pole voiſin, comme nous l'avons déjà obſervé, le nom du Pole arctique.

Les deux Etoiles *a* & *b* de la petite Ourſe, les plus éloignées de la Polaire qui termine le timon *c* P, ſe nomment les *Gardes de la petite Ourſe.*

II°. Si on mene une autre Ligne indéfinie CDZ : cette Ligne paſſera fort près du *Pole boréal de l'Ecliptique*, lequel ſe trouve ſur la ligne DZ, & ſur une ligne menée par les deux Gardes de la petite Ourſe ; c'eſt-à-dire, par les deux Etoiles *a* & *b*. Ce Pole de l'Ecliptique, ſera donc en Z dans le Ciel.

III°. Une Ligne droite, menée de ce Pole boréal de l'Ecliptique au centre de la Terre, & prolongée indéfiniment vers la partie oppoſée du Firmament, atteint le *Pole auſtral de l'Ecliptique*, lequel n'eſt point viſible pour nous. (*Fig.* 2).

Ces *deux Poles D & E de l'écliptique*, qui ſont deux Points déterminés dans le Firmament, & qui ſervent à meſurer la Latitude des Aſtres, font chaque jour avec tout le Ciel, une révolution réelle ou apparente autour des poles P & M de l'Equateur & du Monde, d'orient en occident.

L'*Etoile polaire P* n'eſt pas préciſément au Pole même : mais elle en eſt fort près, & elle ſert à le faire trouver. (*Fig.* 1).

Elle en eſt actuellement éloignée, en l'année 1786, d'un degré cinquante minutes & dix ſecondes.

### *LE ZODIAQUE ET SES DOUZE SIGNES.*

1125. OBSERVATION. Le *Zodiaque* eſt, dans le Firmament, une Zone ou une Bande circulaire DTED, d'environ ſeize degrés de largeur, coupée par le milieu dans toute ſa circonvolution, par l'Ecliptique, qui la diviſe en deux portions égales. (*Fig.* 58).

Cette Zone circulaire DTED renferme, outre

l'Ecliptique ou l'Orbite annuelle du Soleil ou de la Terre, les *Orbites annuelles de toutes les Planetes principales :* Orbites qui coupent chacune obliquement l'Ecliptique en deux portions égales, ſous différens angles ; & qui tantôt s'approchant & tantôt s'éloignant les unes des autres, ſemblent faire dans le Ciel, ce que font ſur la Terre différentes Ornieres tantôt paralleles & tantôt un peu inclinées les unes aux autres, un aſſez *large Chemin* dont la largeur les contient & les circonſcrit toutes.

La circonvolution du Zodiaque embraſſe ou renferme dans ſa largeur, douze Conſtellations célebres, ou douze grouppes d'Etoiles, que l'on nomme *les douze Signes du Zodiaque.* Voici les noms qu'on leur donne, & les caracteres par leſquels on les diſtingue : le Bélier ♈ ; le Taureau ♉ ; les Gemeaux ♊ ; l'Ecreviſſe ♋ ; le Lion ♌ ; la Vierge ♍ ; la Balance ♎ ; le Scorpion ♏ ; le Sagittaire ♐ ; le Capricorne ♑ ; le Verſeau ♒ ; les Poiſſons ♓. Les deux Vers latins ſuivans ſerviront à mieux fixer dans la Mémoire, le nom & l'ordre de ces douze Signes.

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo :
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper ; Amphora, Piſces.

I°. Quoique ces *douze Conſtellations*, qui occupent toute la circonvolution du Zodiaque, ne ſoient pas également eſpacées dans le Ciel : les anciens Aſtronomes leur attribuerent à chacune, *un Eſpace égal*, trente degrés de la circonférence de l'Ecliptique : en commençant par la *Conſtellation du Bélier*, dont le premier Point répondoit alors aſſez exactement à l'Equinoxe du printems. (*Fig.* 2).

On prit donc ce *premier Point* de la Conſtellation du Bélier, pour le premier Point de l'Ecliptique & du Zodiaque, ou pour le *Point de départ*, en allant d'occident en orient de Signe en Signe, dans la direction *a* N *n* R *a*.

Ainſi, *l'Ordre des Signes, va d'occident en orient.* Le Bélier *a b* eſt plus occidental que le Taureau *b c*; le Taureau eſt plus à l'occident que les Gemeaux *c* N; & ainſi de ſuite.

II°. Mais les douzes Conſtellations, qui ſervirent de Point fixe aux anciens Aſtronomes, ne ſont plus placées aujourdhui dans le Ciel, relativement à l'Equateur & aux Equinoxes, comme elles l'étoient au tems de ces Aſtronomes, il y a environ deux mille ans. Car la Conſtellation du Bélier, qui étoit alors toute en *a b*, eſt maintenant tout en *b c*; & la Conſtellation des Poiſſons, qui étoit alors en *k a*, eſt maintenant toute en *a b*.

Ces Conſtellations, mobiles à l'égard de l'Equateur A *a* B *n* A, dont elles s'approchent ou s'éloignent ſans ceſſe par un mouvement très-lent, ne peuvent donc pas ſervir de *Point fixe*, relativement à l'Equateur. C'eſt pour cette raiſon que les Aſtronomes modernes, ſans faire attention à ces Conſtellations mobiles à l'égard de l'Equateur, prennent, pour *premier Signe*, les trente premiers degrés *a b* de l'Ecliptique au nord de l'Equateur, en partant du Point équinoxial du printems; pour *ſecond Signe*, les trente degrés ſuivants *b c*, en allant de l'occident vers l'orient; & ainſi de ſuite.

On a conſervé à ces douze Diviſions de l'Ecliptique, les anciens Noms aſtronomiques. Par exemple, on appelle toujours *Signe du Bélier*, la premiere diviſion *a b*: quoique toute la Conſtellation du Bélier, ſoit maintement dans la ſeconde diviſion *b c*. On appelle toujours *Signe du Taureau*, la ſeconde diviſion *b c*: quoiqu'il n'y ait plus rien en *b c*, de la Conſtellation du Taureau, laquelle eſt toute entiere dans la troiſieme diviſion *c* N; & ainſi du reſte.

Ainſi, le nom de Signe du Bélier ou de la Balance, par exemple, n'a plus aucun rapport aux Conſtellations qu'il

qu'il exprime : il ne ſignifie autre choſe, que la premiere & la ſeptieme *diviſion du Zodiaque*, en trente degrés chacune. (*Fig.* 2).

III°. Comme l'Ecliptique & le Zodiaque ſont coupés en *a n* par l'Equateur en deux parties égales : il eſt clair qu'une moitié du Zodiaque eſt au nord & l'autre moitié au midi de l'Equateur ABA.

Les ſix premiers Signes, exprimés par le premier Vers précédent, ſont toujours dans la partie boréale *a N n* du Zodiaque ; & s'appellent *Signes ſeptentrionaux.*

Les ſix derniers Signes, exprimés par le ſecond Vers, ſont toujours dans la partie auſtrale *n R a* du même Zodiaque ; & s'appellent *Signes méridionaux.*

IV°. Mobile ou immobile, le *Centre du Soleil*, eſt toujours placé dans le Plan de l'Ecliptique, dont il parcourt la circonférence dans une année. Le Soleil ſe trouve donc ſucceſſivement pendant un mois, dans chaque Signe ou dans chaque Diviſion de trente degrés.

Quand on dit que *le Soleil eſt dans tel Signe*, par exemple, dans telle Etoile ou dans tel Point du Bélier : cela ſignifie que le Soleil, vu de la Terre, paroît être dans le même Point du Ciel, que cette Etoile ; ou que le Soleil, placé entre la Terre & cette Etoile, ſe trouve dans une *Ligne droite* qui enfileroit les centres de la Terre, du Soleil, de cette Etoile.

V°. Comme le Soleil, dans ſa révolution annuelle, parcourt ſucceſſivement dans l'Ecliptique, tous les Signes du Zodiaque ; & que ces Signes ſont les uns plus élevés & les autres moins élevés au-deſſus de notre Horiſon : on nomme *Signes aſcendans*, ceux que parcourt le Soleil en s'élevant chaque jour de plus en plus au-deſſus de notre horiſon ; & *Signes deſcendans*, ceux que parcourt le Soleil en s'élevant

chaque jour de moins en moins au-deſſus du même horiſon.

Les Signes aſcendans *R a* N, ſont le Capricone, le Verſeau, les Poiſſons, le Belier, le Taureau, les Gemeaux. Les Signes deſcendans N *n* R, ſont le Cancer, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagitaire.

1198. REMARQUE. Si l'Année n'avoit que trois cents ſoixante jours, comme la circonférence de l'Ecliptique & de tout Cercle n'a que trois cents ſoixante degrés: le Soleil, dans ſa révolution annuelle autour du Zodiaque, parcourroit chaque jour, un degré d'un Signe. (*Fig.* 2).

Mais comme l'Année renferme trois cents ſoixante-cinq jours cinq heures quarante-huit minutes & environ quarante-cinq ſecondes: il y a plus de jours dans l'année, que de degrés dans l'Ecliptique. Le Soleil ne parcourra donc pas en un jour, un degré entier de l'écliptique, mais un peu moins d'un degré.

Quant aux dénominations des douze Conſtellations du Zodiaque: il eſt fort peu important, du moins pour l'Aſtronomie, de deviner pourquoi les anciens Aſtronomes Grecs & Egyptiens leur donnerent tels & tels noms.

Nous nous bornerons donc à obſerver ici, que comme la plupart de ces Conſtellations portent des noms d'Animaux, on a donné à la Zone qu'elles occupent, le nom de Zodiaque: nom dérivé du Mot grec ζῶον, *Animal.* Delà, ζωδιακὸς, *Animalium cœleſtium Zona.*

### *POINTS CARDINAUX, ÉQUINOXIAUX, SOLSTITIAUX.*

1127. DÉFINITION I. Les *quatre Points cardinaux* ſont le Nord & le Midi, le Levant & le Couchant des Equinoxes. (*Fig.* 2).

Par exemple, ſoit P*s*M*s*P, le plan du Méridien; & A*n*B*a*A, le plan de l'Equateur. Les Axes de ces deux grands Cercles, donnent les quatre Points cardinaux. (1110).

L'axe PTM de l'Equateur atteint & donne dans le Ciel, le Nord P & le Midi M.

L'axe ATB du Méridien atteint & donne dans le Ciel, le vrai Orient A & le vrai Occident B : c'eſt le Levant & le Couchant des Equinoxes, différent de celui des Solſtices. Au Solſtice d'hiver, le Soleil ſe leve & ſe couche plus au Midi, en SR.

1128. DÉFINITION II. Les *Points équinoxiaux* ſont les deux points *a* & *n*, où les circonférences de l'Ecliptique & de l'Equateur, s'entrecoupent dans le Ciel.

L'un *a*, eſt le *Point équinoxial du printems*; & l'autre *n*, eſt le *Point équinoxial d'automne.*

Quand le centre du Soleil, eſt dans l'un ou dans l'autre de ces deux Points; le jour eſt égal à la nuit, dans toute la Terre : *ubique eſt Æquinoctium.* Delà, leur dénomination.

Les Points équinoxiaux ſont variables, comme nous l'expliquerons bientôt : ils ne répondent pas conſtamment aux mêmes points du Ciel.

1129. DÉFINITION III. Les *Points ſolſtitiaux* ſont les deux points N & R de l'Ecliptique, les plus voiſins ou les moins éloignés des deux Poles du Monde P & M. (*Fig.* 2).

Le Point N de l'Ecliptique, le moins éloigné du Pole arctique P, eſt le *Point ſolſtitial d'été.* Le Point R de l'Ecliptique, le moins éloigné du Pole antarctique M, eſt le *Point ſolſtitial d'hiver.*

Les Points ſolſtitiaux ſont toujours éloignés de quatre-vingt-dix degrés, des Points équinoxiaux : ils

ſont donc par conſéquent variables & mobiles, ainſi que ces derniers.

1130. DÉFINITION IV. Les Equinoxes & les Solſtices demandent une définition à part, qui ſoit propre à en donner une idée exacte & préciſe. (*Fig.* 2).

I°. On nomme *Equinoxe*, l'inſtant où le centre du Soleil, ſe trouve dans le plan de l'Equateur ABA : ce qui arrive deux fois l'an.

En paſſant du midi au nord de l'Equateur, le Soleil donne en *a*, l'équinoxe du printems, qui arrive vers le 20 Mars. Le jour & le moment où ſe fait ce paſſage, eſt le jour & le moment de l'Equinoxe.

En paſſant enſuite du nord au midi de l'Equateur, le Soleil donne en *n*, l'équinoxe d'automne, qui arrive vers le 23 Septembre. Le jour & le moment où ſe fait ce paſſage, eſt le jour & le moment du nouvel équinoxe.

II°. On nomme *Solſtice*, l'inſtant où le centre du Soleil, ſe trouve dans les deux Points ſolſtitiaux N & R.

Quand le centre du Soleil, atteint le Point ſolſtitial N, au premier point du Cancer ou du quatrieme Signe : on a le *Solſtice d'été*, qui arrive vers le 21 Juin.

Quand le centre du Soleil atteint le Point ſolſtitial R, au premier point du Capricorne ou du dixieme Signe : on a le *Solſtice d'hiver*, qui arrive vers le 21 Décembre.

III°. En parcourant l'Ecliptique R*a*N*n*R dans ſa révolution annuelle, réelle ou apparente, le Soleil s'approche & s'éloigne ſucceſſivement de l'Equateur AB.

Mais il y a deux tems de l'année où, pendant quelques jours, il paroît comme *Stationnaire ;* où il ſemble ne point s'approcher & ne point s'éloigner de l'Equateur; ce qui arrive au tems des Solſtices : tems

qui embraſſe les deux ou trois jours qui précedent & les deux ou trois jours qui ſuivent le moment de chaque Solſtice. Delà, le nom de Solſtice : *Solſtitium, ſeu Solis Statio.*

## *La Précession des Équinoxes.*

1131. OBSERVATION. Dans la circonférence de l'Ecliptique *a* N *n* R *a*, ſuppoſons d'abord 25740 Etoiles, toutes éloignées l'une de l'autre d'une même quantité ; ſavoir, de cinquante ſecondes & vingt tierces de degré. (*Fig.* 2).

Suppoſons enſuite, au centre de la Terre diaphane & tranſparente T ; *un Œil* occupé à obſerver exactement chaque année, l'*Équinoxe du printems ;* ou l'inſtant auquel le centre du Soleil paſſe du midi au nord, dans le plan de l'Equateur ATB. Cet œil obſervera ce qui ſuit.

I°. Si cette année, au moment de l'Equinoxe du printems, le centre du Soleil répond dans le Firmament à l'Etoile *a* : l'année prochaine, au moment du même équinoxe, le centre du Soleil répondra à l'Etoile voiſine & plus occidentale *x* ; laquelle ſe trouvera dans le plan de l'Equateur, au moment de l'équinoxe du printems.

D'où il s'enſuit que *les Points Equinoxiaux, & par-là même les Points ſolſtitiaux, rétrogradent chaque année contre l'ordre des Signes, d'environ cinquante ſecondes & un tiers ;* & par conſéquent, que les Points équinoxiaux & ſolſtitiaux modernes *précédent* dans la révolution diurne, ſoit en ſe levant, ſoit en ſe couchant, ſoit en arrivant au Méridien, les Points équinoxiaux & ſolſtitiaux antérieurs.

C'eſt ce que l'on nomme la *Préceſſion des Equinoxes :* préceſſion qui affecte également les Solſtices, qui ſont toujours à quatre-vingt-dix degrés des Points équinoxiaux de l'année actuelle.

Selon le célebre Abbé de la Caille, la préceſſion moyenne des équinoxes, eſt de cinquante ſecondes & vingt tierces de degré: ce qui fait *un Degré de rétrogradation*, dans l'eſpace de ſoixante-onze ans & ſix mois; deux degrés en cent quarante trois ans; trois cents ſoixante degrés en vingt-cinq mille ſept cents quarante ans.

II°. L'Etoile *a*, qui l'année derniere étoit dans le plan de l'Equateur au moment de l'Equinoxe du printems, ſera cette année un peu au nord de l'Equateur au moment du même équinoxe: puiſque dans ce moment du nouvel équinoxe du printems, l'étoile *x* ſe trouve dans le plan de l'équateur; & que l'étoile *a* eſt plus avancée d'environ cinquante ſecondes & vingt tierces de degré vers l'orient, dans la partie boréale de l'Ecliptique.

D'où il s'enſuit que l'Ecliptique & par-là même tout le Firmament, outre la Révolution diurne d'orient en occident, autour de l'Axe PTM du Monde, a une Révolution très-lente d'occident en orient, autour de l'Axe DTE de l'Ecliptique. (*Fig.* 2).

Nous ferons voir ailleurs que ces deux mouvemens du Firmament, ne ſont qu'apparens; & que tout le Ciel étoilé eſt perſévéramment immobile.

III°. Comme en vertu de la révolution de l'Ecliptique autour de ſon Axe DTE, d'occident en orient, tous les Points *hkyx* de l'Ecliptique, vont devenir ſucceſſivement Points équinoxiaux du printems: il s'enſuit que *certaines Etoiles méridionales hkyx, s'approchent ſans ceſſe de l'Equateur; & que certaines Etoiles ſeptentrionales arbc, s'éloignent ſans ceſſe de l'Equateur.*

Ce qui fait qu'après un certain nombre de ſiecles, tout le Firmament doit paroître avoir changé de poſition; comme la choſe arrive en effet. Car, la Conſtellation des Poiſſons, qui étoit en *kyxa*, au midi de

l'équateur, il y a environ deux mille ans, eſt maintenant en *a r b* au nord de l'équateur. Elle avance d'un degré d'occident en orient, en ſoixante-onze ans & demi.

Ainſi, ſi l'Etoile *a* eſt à préſent dans l'Equateur, au Point équinoxial du printems : cette même étoile *a* ſera en N, dans l'eſpace de 6435 ans, ſera en *n*, dans 12870 ans; ſera en R, dans 19305 ans; ſera de nouveau en *a*, au point équinoxial du printems, dans 25740 ans.

Quand l'Etoile *a* eſt dans l'interſection de l'Ecliptique & de l'Equateur, en *a* ou en *n*; elle fait ſes révolutions diurnes dans le plan de l'équateur.

Quand cette même étoile *a* eſt en N, au Point ſolſtitial d'été; elle fait ſes révolutions diurnes dans le Tropique du cancer NKN, au nord de l'équateur.

Quand cette même étoile *a* eſt en R, au Point ſolſtitial d'hiver; elle fait ſes révolutions diurnes dans le Tropique du capricorne RSR, au midi de l'équateur; & ainſi du reſte.

IV°. Comme les Points équinoxiaux & les Points ſolſtitiaux fixent le commencement & la fin de chaque Saiſon; & que ces points ſont rétrogrades & vont pour ainſi dire au-devant du Soleil dans ſa Route annuelle : il s'enſuit que *le Soleil ne parcourt pas entiérement toute l'Ecliptique, en paſſant d'un Point équinoxial du printems, au Point équinoxial du printems ſuivant.* Il n'en parcourt que trois cents cinquante-neuf degrés cinquante-neuf minutes neuf ſecondes & deux tiers de ſeconde.

Par exemple, ſoit cette année, l'Equinoxe du printems, au point *a*. Le Soleil, pour arriver à l'équinoxe du printems prochain, n'aura à parcourir que la partie *a* N *n* R *x* de l'écliptique : parce que le point *x* ſera l'an prochain dans le plan de l'Equateur, quand le centre du Soleil paſſera de la partie méridionale,

dans la partie ſeptentrionale de l'écliptique. Le Soleil, pendant cette Révolution annuelle, aura donc parcouru toute l'Ecliptique, moins l'Arc *xa* de cinquante ſecondes & vingt tierces de degré.

Cette obſervation nous ſervira bientôt à rendre raiſon pourquoi l'Année tropique eſt plus courte que l'Année ſydérale.

1132. DÉFINITION. Il réſulte de cette Obſervation, que la *préceſſion des Equinoxes*, n'eſt autre choſe qu'un Mouvement réel ou apparent dans le Firmament, autour de l'axe DTE de l'Ecliptique, d'occident en orient : mouvement qui fait que les Points équinoxiaux & ſolſtitiaux modernes ſont chaque année dans un point plus occidental de l'Ecliptique, contre l'ordre & la ſuite des Signes ; & que les *Points équinoxiaux & ſolſtitiaux antérieurs* devancent d'autant les poſtérieurs ſelon l'ordre & la ſuite des Signes, en allant de l'occident vers l'orient. On prend toujours pour premier point de l'Ecliptique, le point équinoxial du dernier printems.

Depuis Hyparque juſqu'à nous, les Points équinoxiaux & les Points ſolſtitiaux ont rétrogradé d'environ vingt-ſept degrés & un tiers. Hyparque floriſſoit environ cent quarante ans avant l'Ere chrétienne.

## IDÉE DES COLURES.

1133. DÉFINITION. I°. On nomme *Colure des Equinoxes*, un grand Cercle dont le plan paſſe, & par les deux Poles du monde P & M, & par les deux Points *a* & *n* des derniers Equinoxes. (*Fig.* 2).

Le plan de ce Cercle, retrograde ſans ceſſe contre l'ordre des Signes, d'orient en occident ; ainſi que les Points équinoxiaux, auxquels il eſt toujours fixé. L'arc de ſa rétrogradation, eſt de cinquante ſecondes & un tiers par an, (1131).

II°. On nomme *Colure des Solſtices*, un grand Cercle dont le plan paſſe, & par les deux Poles du monde P & M, & par les deux Points ſolſtitiaux N & R. Ce Cercle rétrograde chaque année contre l'ordre des ſignes, comme le précédent.

III°. Ces deux Cercles s'entre-coupent perpendiculairement par leurs centres, au centre de la Terre; & ils coupent chaque année l'Ecliptique en des Points *axyk*, plus avancés vers l'occident contre l'ordre des Signes.

On les nomme *Colures*, ce qui ſignifie tronqué ou mutilé : parce que ces deux Cercles ne ſont point vus en entier au-deſſus de l'horiſon, par ceux qui habitent en deçà ou en delà de l'Equateur *sts* : ils paroiſſent donc comme tronqués dans leur partie la plus éloignée de l'Obſervateur.

Delà, leur nom de Colures : de κολος, *mutilus*; & de ουρα, *cauda* : c'eſt-à-dire, *Circuli in Cauda ſua, ſeu in parte ſui poſteriore, truncati & mutili.*

## *IDÉE DES DEUX TROPIQUES ET DES DEUX CERCLES POLAIRES.*

1134. DÉFINITION. I°. On nomme *Tropique du Cancer*, un Cercle NKN, parallele à l'Equateur ABA, qui a pour axe l'axe du Monde; & dont le plan paſſe par le premier point du Cancer, ou par le Solſtice d'été N. (*Fig.* 2).

II°. On nomme *Tropique du Capricorne*, un Cercle RSR, parallele à l'équateur, qui a pour axe l'axe ATM du Monde; & dont le plan paſſe par le premier point du Capricorne, ou par le Solſtice d'hiver R. (494).

Ces deux Cercles, paralleles à l'équateur & paralleles entr'eux, ſont éloignés chacun de 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces, de l'Equateur. L'arc NAS ou RBK meſure le mouve-

ment annuel, réel ou apparent du Soleil, du midi au nord, & du nord au midi : la moitié de cet arc meſure la plus grande *Obliquité actuelle* de l'Ecliptique RNR ſur l'Equateur ABA.

III°. On nomme *Cercles polaires*, deux Cercles DGD & FEF, paralleles à l'Equateur & paralleles entre eux ; qui ont pour axe, l'axe PTM du Monde ; qui ont pour rayon, une Perpendiculaire D*v*, menée des poles de l'écliptique ſur l'axe du monde ; & dont la circonférence eſt par-tout éloignée des poles du monde P & M, autant que les Points ſolſtitiaux N & R le ſont de l'équateur AB ; c'eſt-à-dire, d'environ 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces.

Ces *quatre petits Cercles*, paralleles à l'Equateur & paralleles entr'eux, ſervent à diviſer le Ciel & la Terre en ſix Zones, dont nous avons déjà parlé ailleurs : en voici de nouveau la formation, dans les Principes aſtronomiques.

### *LES ZONES TERRESTRES ET CÉLESTES.*

1135. HYPOTHESE. Si un diametre CTF de la Sphere céleſte, fait une révolution autour de l'Axe du monde PTM, en conſervant toujours la même inclinaiſon ſur cet axe, (*Fig.* 1) :

Il eſt clair que ce diametre CTF décrira deux Cônes CTDC & FTEF, qui ſeront oppoſés par leurs ſommets au centre de la Terre. Examinons ces *deux Cônes*, & dans la ſurface céleſte, & ſur la ſurface terreſtre.

I°. Tandis que le Point C décrit dans le Ciel, la circonférence CDC : le Point *c* du même rayon TC, décrit ſur la ſurface terreſtre, la circonférence *cdc*.

Ces deux circonférences CDC & *cdc* ſont paralleles entr'elles, & paralleles à l'équateur. L'Angle CTP ou *c*T*p* qui les ſépare des Poles, eſt le même

pour l'une & pour l'autre ; auſſi bien que l'angle CTA ou *c*T*a*, qui les ſépare de l'Equateur.

II°. Tandis que le point F décrit dans le Firmament la circonférence FEF : le point *f* décrit ſur la ſurface terreſtre la circonférence *fef*.

Ces deux circonférences FEF & *fef* ſont parelleles entre elles, & paralleles à l'équateur. La circonférence céleſte eſt éloignée des Poles du Monde & de l'Equateur céleſte, préciſément comme la petite circonférence eſt éloignée des Poles de la Terre & de l'Equateur terreſtre.

III°. Comme les deux grandes Circonférences CDC & FEF ſont par-tout également éloignées de l'Equateur ATB, ſont par-tout également éloignées des Poles céleſtes P & M : de même, les petites Circonférences terreſtres *cdc* & *fef* ſont par-tout également éloignées de l'Equateur terreſtre *aba* : ſont par-tout également éloignées des deux Poles terreſtres *p* & *m*.

D'où il s'enſuit que *la révolution d'un diametre ou d'un rayon de la Sphere céleſte autour de l'axe du Monde, opere les mêmes diviſions, & dans la Surface céleſte, & ſur la Surface terreſtre.*

Ce Réſultat, ou ce Corollaire, mérite d'être remarqué & retenu : il eſt ſouvent une ſource de lumiere, dans l'Aſtronomie & dans la Géographie.

1136. PROBLEME. *Expliquer la formation & déterminer la grandeur des Zones céleſtes & terreſtres.* (Fig. 61).

SOLUTION. En ſuppoſant encore ici la Terre immobile au centre du Firmament, comme elle paroît toujours l'être : concevons différens Rayons menés du centre de la Terre dans le Ciel, & faiſant leurs révolutions ſous certains Angles fixes & conſtants, autour de l'*axe du monde NCM*.

Nous aurons le Ciel & la Terre, diviſés propor-

tionnellement en différentes Zones ou Bandes circulaires, d'occident en orient. (494).

I°. Un Rayon C*Aa*, perpendiculaire à l'axe du Monde *m*C*n*, en faiſant une révolution autour de cet axe, formera l'Equateur terreſtre ABA, & l'Equateur céleſte *aba*.

Il diviſera le Ciel & la Terre, en deux hémiſpheres égaux; l'un au nord & l'autre au midi.

II°. Un autre Rayon C R*r*, mené du centre de la Terre au Point ſolſtitial d'été, en faiſant une révolution autour de l'axe du Monde, décrira dans le Ciel & ſur la Terre, la circonférence *rsr* & R S R du Tropique du Cancer: circonférence par-tout éloignée de l'Equateur, de 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces.

L'eſpace ABSR, intercepté entre l'Equateur & le Tropique du Cancer, ſoit dans le Ciel, ſoit ſur la Terre, eſt la *Zone torride ſeptentrionale.*

III°. Un autre Rayon C T *t*, mené du centre de la Terre au Point ſolſtitial d'hiver, en faiſant une révolution autour de l'axe du Monde, décrira dans le Ciel & ſur la Terre, la circonférence *tvt* & TVT du Tropique du Capricorne: circonférence éloignée de l'Equateur, préciſément comme celle du Tropique du cancer.

L'eſpace ABVT, intercepté entre l'Equateur & le Tropique du Capricorne, ſoit dans le Ciel, ſoit ſur la Terre, eſt la *Zone torride méridionale.*

Le nom de ces deux Zones terreſtres, leur vient des exceſſives chaleurs auxquelles elles ſont expoſées pendant preſque toute l'année.

IV°. L'axe *g*C*h* de l'Ecliptique, en faiſant une révolution autour de l'axe du Monde, décrira dans le Ciel & ſur la Terre, les deux circonférences des deux Cercles polaires HKH & FGF: circonférences par-tout éloignées des Poles, ſoit dans le Ciel, ſoit

ſur la Terre, de 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces; par-tout éloignées de l'Equateur, de 66 degrés 32 minutes & 54 ſecondes.

L'eſpace RSKH intercepté entre le Tropique du cancer & le Cercle polaire boréal, ſoit dans le Ciel, ſoit ſur la Terre, eſt la *Zone tempérée ſeptentrionale*, de 43 degrés 4 minutes & environ 47 ſecondes de largeur. (*Fig.* 61).

L'eſpace TVGF, intercepté entre le Tropique du Capricorne & le Cercle polaire auſtral, ſoit dans le Ciel, ſoit ſur la Terre, eſt la *Zone tempérée méridionale*, de même largeur préciſément que la précédente.

L'eſpace HKN & FGM, intercepté entre les Poles & les Cercles polaires, ſoit dans le Ciel, ſoit ſur la Terre, forme encore deux Zones, que l'on nomme *Zones glaciales*, à cauſe de la rigueur du Froid auquel elles ſont expoſées dans notre Globe. Elles s'étendent chacune à 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces en deçà & en delà des Poles, l'une autour du Pole arctique, & l'autre autour du pole antarctique.

La largeur des deux Zones glaciales, en allant des Cercles polaires aux Poles, eſt préciſément égale, en nombre de degrés & de minutes & de ſecondes & de tierces, à la largeur des *deux Zones torrides*, en prenant cette largeur ſur le Méridien.

### *IDÉE DE L'ANNÉE ASTRONOMIQUE, SYDÉRALE ET TROPIQUE.*

1137. DÉFINITION. L'Année aſtronomique eſt une révolution réelle ou apparente du Soleil autour de l'Ecliptique R *a* N *n* R. On la diviſe principalement en Année ſydérale & en Année tropique. (*Fig.* 2).

1°. L'*Année aſtronomique ſydérale* eſt une révolution entiere du Soleil autour de l'Ecliptique d'oc-

cident en orient, ſelon l'ordre des Signes : à compter depuis le paſſage du centre du Soleil par une Etoile quelconque *a*, juſqu'au retour du centre du Soleil dans cette même étoile *a*.

Cette Année eſt, ſelon l'Abbé de la Caille, de 365 jours 6 heures 8 minutes 58 ſecondes. Elle eſt un peu plus longue que la ſuivante, qui regle les Saiſons.

II°. L'*Année aſtronomique tropique*, eſt une révolution réelle ou apparente du Soleil autour de l'Ecliptique : à compter depuis le paſſage du centre du Soleil par un des Points équinoxiaux ou ſolſtitiaux, juſqu'au retour du centre du Soleil au même Point équinoxial ou ſolſtitial de l'année ſuivante.

Cette Année, comme nous l'avons marqué ailleurs, eſt de 365 jours 5 heures 48 minutes & 43 ou 45 ſecondes. Elle eſt plus courte que la précédente d'environ vingt minutes de tems : à cauſe de la rétrogradation des Points équinoxiaux & ſolſtitiaux. (*Fig.* 2).

Par exemple, pour donner l'Année ſydérale, le Soleil doit parcourir en entier toute l'Ecliptique : au lieu que pour donner l'Année tropique, le Soleil doit parcourir l'Ecliptique, moins l'Arc *x a* de rétrogradation. Pour parcourir cet arc *x a*, ou pour achever de parcourir l'Ecliptique toute entiere, il lui faut encore environ 20 minutes de tems. (1131).

Comme la *Révolution tropique* ramene les différentes Saiſons de l'année : elle eſt plus propre que la révolution ſydérale, pour régler les Temps, dans l'Ordre civil & politique. C'eſt pour cette raiſon, que l'on aſſujettit les Calculs aſtronomiques à la révolution tropique, plutôt qu'à la révolution ſydérale ; & que l'on prend cette révolution tropique, pour meſure de l'Année aſtronomique.

III°. L'*Année civile* eſt un eſpace périodique de

tems, déterminé par l'Uſage & par les Loix d'une Nation : la plus parfaite eſt celle qui s'accorde le mieux avec l'Année aſtronomique tropique.

L'Année civile commence & finit pour nous, quelques jours après le paſſage du Soleil dans le Point ſolſtitial R d'hiver. (528).

### *LE JOUR NATUREL, LE JOUR CIVIL.*

1138. DÉFINITION. Le *Jour naturel* eſt une révolution réelle ou apparente du Soleil autour de la Terre, d'orient en occident : à compter depuis le paſſage du centre du Soleil par un Méridien quelconque NPM, juſqu'au retour du centre du Soleil dans ce même méridien. Cette révolution renferme une durée de vingt-quatre heures, diviſée également ou inégalement en jour & en nuit, dont l'enſemble forme le Jour naturel. (*Fig.* 61).

Le *Jour civil* eſt pour nous, & pour la plupart des Peuples, la même choſe que le Jour naturel. Nous comptons le Jour civil, depuis minuit, où le centre du Soleil eſt dans la partie inférieure de notre Méridien ; juſqu'au retour du centre du Soleil, dans cette même partie inférieure de notre Méridien.

La plupart des Aſtronomes, comptent le Jour civil, d'un midi à l'autre : parce que c'eſt le moment où ils obſervent le paſſage du Soleil, dans le plan du Méridien, au-deſſus de l'horiſon.

### *IDÉE DE L'ARC DIURNE, ET DE L'ARC NOCTURNE.*

1139. OBSERVATION. En parcourant l'Ecliptique du midi au nord & du nord au midi, le Soleil fait chaque jour une révolution réelle ou apparente autour de l'axe du Monde PTM, deux fois par an dans le *plan de l'Equateur ;* pendant le reſte de l'année, dans le plan de différens Cercles C D C ou F E F, ſenſible-

ment paralleles à l'Equateur ABA. (*Fig.* 1).

Suppoſons l'Obſervateur placé en *n*. Il aura pour horiſon, le cercle HTR, qui coupe obliquement & l'Equateur ABA & tous les paralleles à l'Equateur, tels que FEF & CDC. Une partie de l'Equateur & des Cercles paralleles à l'Equateur, eſt au-deſſus de l'horiſon HTR : l'autre partie des mêmes cercles, eſt au-deſſous du même horiſon.

La partie *t*C*x* ou *v*E*s* de ces Cercles, qui eſt placée au-deſſus de l'horiſon, eſt l'*Arc diurne*, & meſure le Jour.

L'autre partie *x*D*t* ou *s*F*v* de ces mêmes Cercles, qui eſt placée ſous l'horiſon, eſt l'*Arc nocturne*, & meſure la Nuit.

I°. Le *rapport du Jour à la nuit*, eſt toujours égal au rapport de l'Arc diurne à l'Arc nocturne du Cercle CDC, par exemple, que parcourt le Soleil dans ſa révolution diurne autour de l'axe PTM du Monde.

Quand l'arc diurne *c*A*f* eſt préciſément égal à l'arc nocturne *f*B*c* : le Jour eſt égal à la nuit.

Quand l'arc diurne *t*C*x* eſt plus grand que l'arc nocturne *x*D*t* : le Jour eſt plus grand que la Nuit.

Quand l'arc diurne *v*E*s* eſt plus petit que l'arc nocturne *s*E*v* : le jour eſt plus petit que la nuit.

II°. Lorſque le Cercle parcouru par le Soleil, eſt tout entier au-deſſus de l'horiſon : il n'y a point d'arc nocturne, il n'y a point de nuit.

Lorſque le Cercle parcouru par le Soleil eſt tout entier ſous l'horiſon : il n'y a point d'arc diurne, il n'y a point de jour.

Dans ces deux cas, qui n'ont lieu, comme nous l'expliquerons bientôt, que pour les Peuples qui habitent au-delà des Cercles polaires, le Jour naturel conſiſte en un jour ſans nuit, & en une nuit ſans jour, de vingt-quatre heures.

IDEE

## IDÉE DES QUATRE SAISONS.

1140. OBSERVATION. L'Année aſtronomique ainſi que l'Année civile, eſt diviſée en *quatre Saiſons différentes*, que forme & diverſifie la révolution annuelle du Soleil autour de l'écliptique. (*Fig.* 1).

Depuis le Point ſolſtitial d'hiver F, juſqu'au Point ſolſtitial d'été C, le Soleil, dans ſes révolutions diurnes, s'éleve chaque jour de plus en plus ſur notre horiſon HTR; & nous donne des *Jours toujours croiſſans*.

Depuis le Point ſolſtitial d'été C, juſqu'au Point ſolſtitial d'hiver F, le Soleil dans ſes révolutions diurnes, s'éleve chaque jour de moins en moins ſur notre horiſon HTR; & nous donne des *Jours toujours décroiſſans*.

Delà la *diverſité des Saiſons*: delà, une Température ſucceſſivement différente dans les diverſes Contrées de la Terre, que le Soleil échauffe tantôt plus & tantôt moins; & qu'il mene alternativement de l'inertie à la fécondité, & de la fécondité à l'inertie.

I°. Nous nommons *Hiver*, le tems qu'emploie le Soleil à paſſer du point ſolſtitial d'hiver R, au point équinoxial ♈ du printems. (*Fig.* 2).

Cette Saiſon nous mene des plus petits jours à l'Equinoxe du printems; où la durée du jour eſt égale à celle de la nuit.

II°. Nous nommons *Printems*, le tems qu'emploie le Soleil à paſſer du point équinoxial ♈ du printems, au point ſolſtitial d'été N; ou du premier point du Bélier, au premier point du Cancer.

Cette ſaiſon nous mene de l'Equinoxe du printems aux plus longs jours; & donne lieu au Soleil, qui s'éleve conſidérablement & qui ſe montre très-long-tems ſur notre horiſon, d'y produire une fort grande chaleur. (1064).

coupés en deux parties égales; dont l'une eſt l'Arc diurne & meſure le Jour; & dont l'autre eſt l'Arc nocturne & meſure la nuit. (1139).

II°. Dans cette même poſition de la Sphere, on a deux étés, deux hivers, deux printems, & deux automnes.

Un habitant *a* de l'Equateur, a l'*Hiver*; quand le Soleil eſt dans ſa plus petite élévation au-deſſus de ſon horiſon PMP: ce qui arrive deux fois l'an; ſavoir, quand le Soleil parcourt le Tropique du Cancer CDC; & quand ſix mois après, il parcourt le Tropique du Capricorne FEF.

Le même habitant *a* de l'Equateur, a l'*Eté*; quand le Soleil ſe trouve dans ſa plus grande élévation au-deſſus de ſon horiſon PMP: ce qui arrive encore deux fois l'an; ſavoir, quand le Soleil paſſe du Tropique du Cancer CD, dans l'équateur AB; & quand il paſſe enſuite du Tropique du capricorne FE, dans le même équateur AB.

Par la même raiſon, ce même habitant aura également deux Printems & deux Automnes. Il compte *premier hiver*, quand le Soleil paſſe de E en K; *premier printems*, quand le Soleil s'élevant toujours de plus en plus ſur ſon horiſon, paſſe de K en A; *premier été*, quand le Soleil paſſe de A en L; *premier automne*, quand le Soleil s'éloignant toujours de plus en plus de ſon zénith, paſſe de L en C.

Après quoi, le retour du Soleil de C en E, lui donne encore les quatre mêmes Saiſons: ſecond hiver en CL, ſecond printems en LA, ſecond été en AK, ſecond automne en KE.

Mais les Saiſons, qui pour nous ſont de trois mois chacune, ne ſont que d'un mois & demi pour un habitant de l'Equateur ou de la Ligne équinoxiale.

III°. Dans cette même poſition de la Sphere, on voit les *deux Poles* du monde P & M, raſer l'horiſon PMP;

& *toutes les Etoiles* du Firmament, paſſer ſucceſſivement ſur l'horiſon ; ce qui n'a point lieu pour nous, qui placés en *n*, en deça de l'Equateur, ne voyons jamais ni le Pole auſtral M, ni les étoiles RMN qui font leurs révolutions diurnes autour de ce Pole auſtral M.

### *LA SPHERE PARALLELE, RELATIVEMENT A L'UN ET A L'AUTRE POLE.*

1143. OBSERVATION. Quoique les Poles terreſtres ſoient inhabités & inhabitables, l'explication des Phénomenes aſtronomiques exige que nous y ſuppoſions un Obſervateur. (*Fig.* 1).

I°. Sous l'un & l'autre Pole céleſte, en *p* ou en *m*, on a la Sphere parallele. Là, l'Horiſon ABA eſt confondu avec l'Equateur ABA. Là, on a un Pole P pour zénith ; & l'autre Pole M pour nadir ; l'un & l'autre éloignés de quatre-vingt-dix degrés de l'Equateur ABA, qui eſt l'horiſon des Poles.

En *p*, on voit pendant toute l'année, les *mêmes Etoiles* faire leurs révolutions diurnes autour de l'Axe PTM du Monde : ce ſont celles qui ſont dans l'hémiſphere ſeptentrional BPA.

Pour celles qui ſont dans l'hémiſphere méridional BMA, elles reſtent cachées pendant toute l'année ſous l'horiſon ABA. Tout arrive en ſens contraire en *m*, ſous l'autre pole céleſte M.

II°. Comme le Soleil, en parcourant l'Ecliptique, eſt ſix mois en-deçà & ſix mois en delà de l'Equateur, qui eſt l'horiſon des Poles terreſtres *p* & *m* : il s'enſuit que le Soleil eſt ſix mois de ſuite au-deſſus & ſix mois de ſuite au-deſſous de leur horiſon : ce qui fait que leur année n'eſt compoſée que d'un jour & d'une nuit de ſix mois chacun. Suivons le Soleil dans les *ſix Signes ſeptentrionaux* ; en nous ſuppoſant placés en *p* ſous le Pole arctique.

Le jour où le Soleil ſe trouve dans l'interſection de l'écliptique & de l'équateur, au Point équinoxial du printems : la révolution diurne de cet Aſtre, ſe fait dans le plan de l'équateur ABA, qui eſt l'horiſon aſtronomique du Pole *p*. Pendant tout ce jour, l'habitant du Pole *p*, voit le centre du Soleil, faire ſa révolution dans toute la circonférence de ſon horiſon ABA. Le lendemain il voit le centre du Soleil, décrire autour de ſon horiſon ABA, un Cercle parallele au précédent, mais un peu rapproché du Pole & un peu élevé au deſſus de l'horiſon ABA.

Pendant trois mois de ſuite, il voit perſévéramment le Soleil rouler autour de lui, dans des Cercles toujours paralleles à l'horiſon ABA; mais qui s'élevent chaque jour de plus en plus au-deſſus de cet horiſon juſqu'au moment du Solſtice d'été, où le Soleil décrit le Parallele CDC, à vingt-trois degrés & environ vingt-huit minutes au-deſſus de l'horiſon ABA.

Quand le Soleil a atteint le Point ſolſtitial d'été C; il ceſſe de s'approcher du Pole P, & il commence à ſe rapprocher de l'Equateur ABA. Il décrit chaque jour, pendant trois mois, des Cercles paralleles à l'équateur; mais qui s'approchant chaque jour de plus en plus de l'Equateur, vont enfin ſe confondre avec ce dernier, à l'équinoxe d'automne. Pendant tout ce tems, l'habitant du Pole *p* voit perſévéramment le Soleil rouler autour de lui, paralléle ment à ſon horiſon, qui eſt l'équateur ABA. (*Fig.* 1).

Après l'équinoxe d'automne, le Soleil paſſe dans les *Signes méridionaux*. Pendant trois mois, il décrit des *Cercles diurnes*, paralleles à l'équateur, en s'éloignant de plus en plus de l'équateur vers le Tropique du Capricorne FEF. Enſuite, pendant trois autres mois, il décrit ſes Cercles diurnes, en s'approchant chaque jour de l'équateur; juſqu'au jour où l'Equateur devient encore ſon cercle diurne.

Pendant tout ce tems, le Soleil eſt toujours caché ſous l'horiſon du Pole *p*: lequel ſe trouveroit enſeveli pendant ſix mois dans les plus profondes ténebres, ſi de brillants Crépuſcules ne le dédommageoient pas de la longue abſence de cet Aſtre.

III°. La même choſe arrive en ſens contraire, à l'Habitant du Pole *m*.

Celui-ci ne voit jamais que le Pole M, qui eſt ſon zénith; & que les Etoiles AMB, qui font pervéramment leurs révolutions diurnes au-deſſus de ſon horiſon ABA, dans des Cercles paralleles à cet horiſon.

Le Pole *m* a ſes ſix mois de nuit, quand le Pole *p* a ſes ſix mois de jour: il a ſes ſix mois de jour, quand le Pole oppoſé a ſes ſix mois de nuit.

Après avoir pris une idée exacte de ces Phénomenes de la *Sphere droite* & de la *Sphere parallele*; on pourra appliquer cette idée à la ſoixante-unieme Figure, où le Globe terreſtre eſt deſſiné plus en grand.

1144. REMARQUE. Nous avons obſervé ailleurs, que le Crépuſcule commence le matin & finit le ſoir, quand le Soleil eſt à environ *dix-huit degrés ſous l'Horiſon*; & qu'à meſure que l'on s'éloigne de l'Equateur & que l'on ſe rapproche des Poles de la Terre, la durée du Crépuſcule devient plus longue. (1046).

D'où il s'enſuit que, puiſque le Soleil ne s'enfonce que d'environ vingt-trois degrés & vingt-huit minutes ſous l'horiſon des Poles, qui eſt l'équateur: chaque Pole *p* ou *m* doit avoir dans la Nuit de ſix mois, un *Crépuſcule plus ou moins brillant*, d'environ quatre mois & demi de durée.

## *LA SPHERE OBLIQUE ET SES DIVERS PHÉNOMENES.*

1145. OBSERVATION. Dans toute les Contrées

ſituées entre l'Equateur & les deux Poles ; on a la Sphere oblique : puiſque l'Horiſon quelconque HTR y eſt coupé plus ou moins obliquement par les trois cens ſoixante-cinq Paralleles CD, AB, EF, que décrit le Soleil chaque année, dans ſes révolutions diurnes autour de l'Axe du monde PTM. (*Fig.* 1).

Comme *cette poſition de la Sphere*, regarde toute la Terre, moins une Ligne qui eſt l'Equateur, & deux Points qui ſont les Poles : elle mérite un développement aſſez détaillé. Nous allons donc l'examiner, relativement aux divers Phénomenes qui en dépendent.

I°. *Dans toute la Zone torride* elle, ou dans toute l'étendue qui interceptent les deux Tropiques ; on a deux fois par an le Soleil dans ſon Zénith, (1136). Ce qui donne à ces Contrées, ainſi que ſous l'Equateur *ab*, deux Hivers, deux Printems, deux Etés, deux Automnes : avec cette différence que ſous l'Equateur ces quatre Saiſons ſont d'un mois & demi chacune ; au lieu que dans les Contrées des deux Zones torrides, qui ſont au nord ou au midi de l'Equateur, ces quatre ſaiſons ſont d'inégale longueur. Il n'y a, près des Tropiques, d'un été à l'autre, que quelques jours d'intervalle. (1142).

II°. *Dans les Zones tempérées & glaciales*, on n'a jamais le Soleil dans ſon zénith : puiſque le zénith Z ou P ou H de ces Contrées, eſt par-tout plus éloigné de l'Equateur AB ; que le Soleil ne s'avance en deçà de l'équateur vers le Pole viſible, en parcourant l'écliptique. (1122).

III°. *Dans toute la Terre*, on a une égalité de Jour & de Nuit, les deux jours où le Soleil ſe trouve dans l'interſection de l'Equateur & de l'Ecliptique ; ou les deux jours où cet Aſtre fait ſa révolution diurne dans le Plan de l'équateur.

La raiſon en eſt, que l'Equateur ATB eſt coupé

par tous les horiſons quelconques HTR, PTM, CTF, DTE, ZTN, en deux portions égales, dont l'une, qui eſt au-deſſus de l'horiſon, eſt l'*Arc diurne*, & meſure le Jour; & dont l'autre, qui eſt au-deſſous de l'horiſon, eſt l'Arc nocturne, & meſure la Nuit. (1139).

Ces deux Arcs de l'Equateur étant égaux: il s'enſuit qu'il y a par-tout *égalité de Jour & de Nuit*; quand le Soleil fait ſa révolution diurne dans le plan de l'Equateur ATB.

Il s'enſuit encore delà, que ſi le Soleil faiſoit pendant toute l'année ſa révolution diurne dans le plan de l'Equateur: on auroit un Equinoxe perpétuel; & par-là même, un *Printems perpétuel*, une *permanente immutabilité de Saiſons*, dans toute la Terre. (*Fig.* 2).

Or le Soleil feroit toujours ſa révolution diurne dans le plan de l'Equateur ABA: ſi le plan de l'Ecliptique RTN, ceſſant d'être incliné ſur le plan de l'Equateur ATB, devenoit parallele à l'équateur, ou ſe confondoit ſenſiblement avec l'équateur.

Donc, *ſi l'Ecliptique & l'Equateur étoient paralleles & ſenſiblement confondus en un même Cercle*; ce qui n'eſt aucunement impoſſible: la Terre auroit toujours & par-tout, au levant & au couchant; au nord & au midi, pendant chaque Révolution diurne, douze heures de jour & douze heures de nuit; & par la même, une Température toujours & par-tout ſenſiblement uniforme & invariable, d'où réſulteroit pour toutes les Contrées terreſtres, un *vrai Printems perpétuel*: Printems plus chaud vers l'Equateur, moins chaud vers les Poles, mais par-tout ſenſiblement fixe & conſtant, & par-tout analogue aux divers Habitans des Contrées plus rapprochées de l'Equateur & des Contrées plus rapprochées des Poles. (1064, 1738, 1749).

IV°. *Dans toute la Terre*, l'Equinoxe, ou l'égalité

du Jour & de la Nuit, ceſſe en deçà & en delà de l'équateur : dès que le Soleil fait ſa révolution diurne hors du plan de l'équateur. (*Fig.* 1).

La raiſon en eſt, que l'horiſon HTR, par exemple, n'eſt pas coupé en deux parties égales par le Cercle diurne CDC ou FEF, que parcourt le Soleil en-deçà ou en-delà de l'équateur. Ces deux Parties inégales *s*C*x* & *x*D*t*, dont l'une eſt l'Arc diurne & l'autre l'Arc nocturne, donnent néceſſairement une inégalité de jour & de nuit, à toutes les Contrées qui ne ſont pas immédiatement dans le plan de l'Equateur. (1139).

Le Cercle diurne CDC coupera de même en deux Parties inégales tous les autres horiſons quelconques, par exemple, ZTN, horiſon du point R & du point H; à l'exception de PTM, horiſon de l'Equateur où l'Equinoxe eſt permanant.

V°. *Dans les Zones torride & tempérée ſeptentrionales*, depuis le jour où le Soleil parcourt le Tropique du Capricorne FEF, juſqu'au jour où il parcourt l'Equateur ABA: les Jours *v*E*s* ſont plus courts que les nuits *s*F*v*. (1139).

Enſuite, depuis le jour où le Soleil parcourt l'Equateur ABA, juſqu'au jour où il parcourt le Tropique du Cancer CDC: les Jours *t*C*x* ſont plus longs que les nuits *x*D*t*.

Les jours qui ont augmenté depuis le Solſtice d'hiver juſqu'au Solſtice d'été dans une certaine progreſſion, diminuent enſuite ſelon la même progreſſion, depuis le Solſtice d'été juſqu'au Solſtice d'hiver.

VI°. *Dans les Zones torride & tempérée méridionales*, les mêmes Phénomenes ont lieu en un ſens contraire.

En *g*, par exemple, depuis le jour où le Soleil parcourt le Tropique du Capricorne FEF, juſqu'au jour où il parcourt l'Equateur ABA; les Jours *s*F*v* ſont plus longs que les nuits *v*E*s*.

Enſuite, depuis le jour où le Soleil parcourt l'Equateur & donne l'équinoxe, juſqu'au jour où il parcourt le Tropique du Cancer CDC; les Jours $xDt$ ſont plus courts que les nuits $tCx$.

Au retour du Soleil vers l'Equateur & vers le Tropique du Capricorne, les jours augmentent comme ils ont diminué pour le point $g$, qui a ſon zénith en N.

VII°. *Sous les Cercles polaires*, tous les Zéniths DGFE, ainſi que les Poles de l'Ecliptique D & E, ſont à environ vingt-trois degrés & vingt-huit minutes des Poles du monde P & M. (*Fig.* 2).

Tous les horiſons RTN ou KTS couperont donc l'équateur ABA ſous un angle égal à l'angle NTA intercepté entre l'équateur & l'écliptique. Tous ces horiſons atteindront donc d'une part, le Tropique du Cancer NKN; & de l'autre, le Tropique du Capricorne RSR: puiſque ces deux Cercles ſont éloignés de l'Equateur, préciſément comme les Cercles polaires ſont éloignés des Poles du monde.

Un homme qui habite préciſément les Cercles polaires, aura RTN pour horiſon, s'il a pour zénith le point D; aura pour horiſon KTS, s'il a pour zénith le point G. Il eſt clair que ces *deux Horiſons RTN & KTS* ſont en entier au-deſſous du Tropique du Cancer NKN; & en entier au-deſſus du Tropique du Capricorne RSR.

Donc, ſous le Cercle polaire boréal, on aura un jour de vingt-quatre heures, quand le Soleil parcourra le Tropique du Cancer; & une nuit de vingt-quatre heures, quand le Soleil parcourra le Tropique du capricorne. Le contraire arrivera à un habitant du Cercle polaire auſtral.

VIII°. *Au-delà des Cercles polaires*, par exemple, à quatre-vingt degrés de l'Equateur, l'horiſon n'eſt éloigné de l'équateur que de dix degrés.

Donc, tant que le Soleil eſt à plus de dix degrés

en deçà de l'équateur vers le Pole arctique : le Soleil eſt perſévéramment au-deſſus de l'horiſon des Contrées ſituées au-delà du Cercle polaire boréal, à quatre-vingt degrés de l'équateur.

Donc, tant que le Soleil eſt à plus de dix degrés au-delà de l'équateur vers le Pole antarctique ; le Soleil eſt perſévéramment ſous l'horiſon des Contrées dont nous venons de parler : ce qui leur donne chaque année, & un *Jour de quelques mois*, & une Nuit de quelques mois.

La même choſe arrive en un ſens contraire, aux Contrées ſituées à quatre-vingt degrés de l'équateur, dans la partie méridionale de la Terre. La continuité de jour commence pour celles-ci, quand la continuité de nuit commence pour celles dont nous venons de parler.

On conçoit aiſément que cette *continuité de Jour & de Nuit*, commence d'autant plus tôt & dure d'autant plus long-tems, que l'on eſt plus près des Poles de la Terre, où cette alternative eſt de ſix mois. Plus on eſt près du Pole arctique, par exemple, moins l'horiſon eſt éloigné de l'Equateur ; & par conſéquent, plus long-tems cet horiſon ſe trouve tout entier au-deſſous des Paralleles que décrit le Soleil au-delà de l'Equateur ABA.

## *CLIMATS D'HEURE ET DE MOIS.*

1145. II°. OBSERVATION. L'*inégale longueur des Jours & des Nuits*, à laquelle eſt aſſujettie toute la Sphere oblique, ainſi que nous venons de l'obſerver, a donné lieu aux Aſtronomes & aux Géographes, de diviſer les Contrées terreſtres, en deçà & en delà l'Equateur APBXA, en *différens Climats* : ſelon que le plus grand Jour de l'année, s'y trouve plus ou moins long. (*Fig.* 61).

I°. On nomme *Climat*, en ce ſens, une portion

de la Surface terreſtre, comprife entre deux Paralleles à l'Equateur ; & dans laquelle la *durée du plus long Jour*, au Solſtice d'été, differe en plus ou en moins, de celle des autres portions de la Surface terreſtre, comprifes auſſi entre deux Paralleles à l'Equateur.

Par exemple, la portion ARSBA de la Surface terreſtre, ſera un Climat, dont le commencement ſera en A & la fin en R. De même, la portion RHKSR de la Surface terreſtre, ſera un *autre Climat*, dont le commencement ſera en R, le milieu en O, la fin en H.

Il eſt clair que chacun de ces deux Climats, pourra être ſubdivifé par des Paralleles à l'Equateur ABA, en tant de portions égales ou inégales que l'on voudra, qui formeront tout autant de *Climats differens*, & dans leſquelles la fin de chaque Climat, differera, en longueur du Jour, ou d'une heure ou de demi-heure ou d'un mois, du Climat précédent & du Climat ſuivant.

II°. Voici, d'après le ſavant Géographe Varénius, une Table des Climats d'heure & de mois, dans laquelle chaque Climat, relativement à celui qui le précede & à celui qui le ſuit, differe *en longueur du Jour*, ou d'une heure, ou d'un mois.

Nous ne marquerons que la *fin de chaque Climat*. Le premier Climat commence à l'Equateur, où le plus long Jour eſt préciſément de douze heures, & où la Latitude eſt zéro ; & il finit à ſeize degrés & vingt-cinq minutes. Le commencement de chacun des Climats ſuivans, eſt la fin de celui qui le précede. La *durée du Jour*, eſt ici le tems pendant lequel le centre du Soleil, eſt au-deſſus de l'Horiſon aſtronomique.

férence de l'Equateur ABA en trois cens soixante degrés, on fait passer un Méridien par chaque Point de division : on aura la Surface terrestre divisée d'occident en orient & d'un pole à l'autre, en trois cens soixante parties égales. (*Fig.* 61).

I°. Ces Divisions, menées du midi au nord & d'un pole à l'autre, seront les unes à l'orient des autres ; ainsi que les Contrées interceptées entre chaque division. Delà, la différence de Longitude.

II°. Ainsi la Longitude d'un Lieu terrestre quelconque, par exemple, de Paris, est l'Arc de l'Equateur, intercepté entre le Méridien MPN de l'Isle de Fer, & le Méridien de Paris.

Si cet Arc est précisément de vingt degrés : Paris & tous les Points de la Terre d'un pole à l'autre, qui sont dans le Plan du Méridien de Paris, ont *vingt degrés de Longitude* ; ou sont de vingt degrés plus à l'orient, que les Points de la surface terrestre, qui sont dans le Plan du Méridien PYN de l'Isle de Fer.

## *LATITUDES TERRESTRES.*

1148 EXPLICATION. Si, ayant divisé un *Méridien quelconque MPN*, d'un Pole à l'autre, en cent quatre-vingt degrés ; on fait passer par chaque point de division un Cercle parallele à l'Equateur ABA : on aura la *Surface terrestre*, d'un Pole à l'autre, divisée en cent quatre-vingt parties, dont quatre-vingt-dix seront au nord & quatre-vingt-dix au midi de l'Equateur. (*Fig.* 61).

I°. Ces Divisions paralleles allant d'occident en orient : tous les Points de la Terre qui seront sur une même Division, seront également éloignés de l'Equateur ABA, ou auront une même ou une égale Latitude.

Les Lieux terrestres qui seront sur la même division en-deçà de l'Equateur, du côté du Pole arc-

tique,

tique, auront une même *Latitude ſeptentrionale*; & ceux qui ſeront ſur la même diviſion en-delà de l'équateur, auront la même *Latitude méridionale*.

II°. Ainſi, la *Latitude d'un Lieu terreſtre quelconque*, par exemple, de la Ville Y, eſt un arc PY du Méridien de ce lieu, intercepté entre l'Equateur terreſtre & ce Lieu; ou entre l'Equateur céleſte & le Zénith de ce lieu.

Si cet arc PY eſt de ſoixante degrés: ce lieu eſt à ſoixante degrés de Latitude. La Latitude s'étend juſqu'à quatre-vingt-dix degrés, où eſt le Pole.

La Longitude & la Latitude d'un Lieu, déterminent ſa poſition poſitive ſur la Surface terreſtre & ſur les Cartes géographiques.

III°. Quand on parcourt ſeize toiſes, du midi au nord & du nord au midi, ſur un même Méridien terreſtre MPN, à la Latitude de la France: le *changement de Latitude*, eſt d'une Seconde de degré. Quand ſur ce même Méridien terreſtre, on parcourt 951 toiſes: le changement de Latitude, eſt d'une minute de degré.

L'Obſervation ſuivante fera voir comment on peut évaluer les changemens de Longitude, ſur un Parallele à l'Equateur.

## GRANDEUR D'UN DEGRÉ DE LONGITUDE.

1148. II°. OBSERVATION. En regardant la Terre comme une *vraie Sphere*, & en faiſant abſtraction de ſon petit renflement vers l'Equateur & de ſon petit applatiſſement vers les poles; il ſera facile d'y évaluer & les degrés de Latitude & les degrés de Longitude. (*Fig.* 61).

I°. On conçoit d'abord, que la *grandeur des degrés de Latitude*, eſt par-tout la même 1 par la raiſon que la Latitude ſe prend toujours & par-tout ſur les Méridiens terreſtres MPNXM, qui ſont tous des

grands Cercles de la Sphere; qui par-là même, ſont tous des Cercles égaux entre eux.

Ainſi, la *grandeur d'un degré de Latitude*, eſt toujours & par-tout la trois cens ſoixantieme partie de la circonférence d'un Méridien terreſtre; & cette grandeur, en conſidérant la Terre comme une vraie Sphere, eſt par-tout d'environ vingt-cinq de nos lieues communes.

II°. On conçoit enſuite, que la *grandeur des degrés de Longitude*, eſt par-tout différente: par la raiſon que la Longitude ſe prend tantôt ſur l'Equateur ABBXA, qui eſt un grand Cercle de la Sphere; tantôt ſur des *Paralleles à l'Equateur*, qui ſont des petits cercles de la Sphere, & des cercles d'autant plus petits, qu'ils ſont formés à une plus grande Latitude, ou plus loin de l'Equateur & plus près des Poles. Par exemple, (*Fig.* 62):

La grandeur d'un degré de Longitude, qui eſt d'environ vingt-cinq de nos lieues communes, ſur la circonférence de l'Equateur terreſtre ABA, ſera de moitié plus petite ſur la circonférence du Parallele ZYZ, ſi le *Rayon ZE de ce Parallele*, eſt de moitié plus petit que le rayon AC de l'Equateur: par la raiſon que les circonférences des Cercles, ſont entre elles, comme leurs rayons; & que dans deux grandeurs géométriques, les *Parties ſemblables* ſont entre elles comme les Touts. (*Mech.* 474 & 163).

III°. En général, la grandeur des degrés de Longitude, depuis l'Equateur ABA juſqu'aux Poles N & M, décroît comme *les Sinus* des angles ACN, TCN, ZCN, qui répondent aux divers Paralleles à l'Equateur. Par exemple, le Sinus de l'angle NCA, qui aboutit du Pole à l'Equateur, eſt le Rayon total AC, égal à 100000 parties. Le Sinus de l'angle NCT, qui aboutit du Pole au Tropique du Cancer, & dont l'arc TZN embraſſe 66 degrés & 32 minutes,

est le rayon TX, égal à 91729 parties du rayon AC, qui est de 100000 parties, (*Math.* 646 & 782).

La grandeur d'un degré de Longitude en ABA, est donc à la grandeur d'un degré de Longitude en TPT, comme AC est à TX, ou comme 100000 est à 91729; & par une simple Regle de trois, on trouvera aisément ce rapport en chiffres, en cette maniere: 100000 . 91729 :: 25 lieues . *x* lieues.

En prenant le produit des deux Moyens, & en divisant ce produit par l'Extrême connu, on aura un Quotient $21 + \frac{93225}{100000}$, qui exprimera la grandeur d'un degré de Longitude, pris dans l'un & dans l'autre Tropique TPT & FGF. (*Fig.* 62).

IV°. Par la même méthode, on trouvera la *grandeur d'un degré de Longitude*, à toute Latitude donnée; & telle qu'on la verra marquée dans la Table suivante, de dix en dix degrés, en partant de l'Equateur A B A.

Il ne s'agit pour cela, que de prendre l'*angle de Complément* à telle Latitude donnée; & de chercher le Sinus de cet angle de Complément, dans la *Table des Sinus*, telle qu'on la trouve très-correctement imprimée à la fin de notre Cours complet de Mathématiques élémentaires; & de faire par ce moyen une simple Regle de trois en cette maniere: le Sinus connu de l'angle droit, est au Sinus connu de l'angle de complément à telle Latitude; comme 25 lieues communes sont à un quatrieme terme qui exprimera la grandeur d'un degré de Longitude, à toute Latitude donnée.

On voit ici une nouvelle preuve de l'utilité ou même de la nécessité d'une Table des Sinus, dans les théories & dans les opérations de la Physique.

DEGRÉS DE LONGITUDE, DÉCROISSANS.

| *Grandeur d'un degré de Longitude:* | Angles de Complément: | | *En Lieues communes.* |
|---|---|---|---|
| A zéro de Latitude . . | 90 d. | 0′. | 25. |
| A 10 degrés de Latitude. | 80. | 0′. | $24+\frac{466}{1000}$. |
| A 20 degrés de Latitude. | 70. | 0′. | $23+\frac{492}{1000}$. |
| A la Latitude des deux Tropiques, 23 d. 28′. | 66. | 32′. | $22+\frac{915}{1000}$. |
| A 30 degrés de Latitude. | 60. | 0′. | $21+\frac{656}{1000}$. |
| A 40 degrés de Latitude. | 50. | 0′. | $19+\frac{151}{1000}$. |
| A la Latitude de Paris, ou à 48 d. 50′. . . . . | 41. | 10′. | $16+\frac{458}{1000}$. |
| A 50 degrés de Latitude. | 40. | 0′. | $16+\frac{000}{1000}$. |
| A 60 degrés de Latitude. | 30. | 0′. | $12+\frac{500}{1000}$. |
| A la Latitude des Cercles polaires, 66 d. 32′. | 23. | 28′. | $9+\frac{820}{1000}$. |
| A 70 degrés de Latitude. | 20. | 0′. | $8+\frac{550}{1000}$. |
| A 80 degrés de Latitude. | 10. | 0′. | $4+\frac{141}{1000}$. |
| A 90 degrés de Latitude. | 0. | 0′. | 0. |

1149. PROBLÊME. *Trouver en degrés, en minutes, & en ſecondes, la Latitude d'un Lieu terreſtre; ou la diſtance de ce lieu, à l'Equateur.* (Fig. 1).

SOLUTION. Soit la Ville ou le Point quelconque *n*, ſous le Méridien PAM, & ſous le Zénith Z. Il s'agit de déterminer la grandeur de l'Arc *an*, intercepté entre l'Equateur & cette Ville ou ce Point *n*.

I°. L'angle PTA, intercepté entre le Pole céleſte P & l'Equateur céleſte ABA, eſt de 90 degrés. L'angle *p* T *a*, intercepté entre le Pole terreſtre *p*, & le point *a* de l'Equateur terreſtre, eſt auſſi de 90 degrés: puiſque ces deux angles ſont droits: l'Equateur étant formé par la révolution d'un rayon TB ou TA, perpendiculaire à l'axe de la Terre & du Monde PTM. (1136).

II°. Il eſt évident que la ligne T*n*Z, menée du cen-

tre de la Terre au zénith de la Ville ou du Point *n*, opere la même diviſion dans l'arc du méridien céleſte PZA, & dans l'arc du méridien terreſtre *pna*.

La *grandeur de l'Arc ZA*, étant connue; on connoîtra donc la grandeur de l'Arc *na* qui lui eſt égal en nombre de degrés, de minutes & de ſecondes: puiſque les arcs *n a* & ZA ſont des arcs ſemblables de deux circonférences concentriques. (*Math.* 340).

III°. Il eſt facile de connoître la *grandeur de l'Arc ZA*; ou le nombre de degrés, de minutes & de ſecondes, intercepté ſur le Méridien, entre le Zénith Z & l'Equateur A.

Il ne s'agit pour cela, que de meſurer exactement avec un Quart de cercle placé dans le plan du Méridien, la *hauteur du Pole viſible P*; ou l'arc PH du Méridien, intercepté entre le pole P & l'horiſon H. (*Math.* 738).

Cet Arc PH eſt égal à l'arc ZA. Car, l'arc HPZ, intercepté entre le zénith & l'horiſon, eſt de 90 degrés: l'arc PZA, intercepté entre le pole & l'équateur, eſt de 90 degrés. A ces deux Touts égaux, ôtez la partie RZ qui leur eſt commune: les reſtes HP & ZA ſeront égaux. Donc, ſi la hauteur du Pole, ou l'arc PH, eſt de 30 degrés 20 minutes, par exemple: l'arc ZA, qui lui eſt égal, eſt auſſi de 30 degrés 20 minutes.

IV°. L'arc intercepté entre le zénith d'un Lieu & l'équateur céleſte, eſt ſemblable à l'arc intercepté entre ce lieu & l'équateur terreſtre. Donc l'arc *n a* eſt ſemblable à l'arc ZA: donc ſi l'arc ZA eſt de 30 degrés 20 minutes; l'arc *n a* eſt auſſi de 30 degrés 20 minutes.

On voit par-là qu'il eſt facile de déterminer la Latitude ou de trouver la poſition d'un Lieu quelconque *n* ou *c*, relativement à l'Equateur *a b* & aux Poles *p m*: puiſque ce Lieu quelconque *n* ou *c*, a tou-

jours dans la circonférence du méridien terreſtre *anp*, la même poſition qu'a ſon zénith dans la circonférence du méridien céleſte AZP.

V°. Il réſulte delà, que *la Latitude d'un Lieu terreſtre quelconque, eſt toujours égale à la hauteur du Pole*; ou à l'arc PH, pris ſur le Méridien, & intercepté entre le Pole viſible & l'horiſon. Nous verrons ailleurs comment il faut s'y prendre pour trouver exactement la hauteur du Pole. (1355).

La Latitude de ce Lieu *n*, eſt boréale : ſi ce lieu eſt du côté du pole arctique. La Latitude de ce Lieu *e*, eſt auſtrale : ſi ce lieu eſt du côté du pole antarctique.

*LA LONGITUDE ET LA LATITUDE CÉLESTES.*

1150. OBSERVATION. Tous les Points *ab*, *cd*, *ef*, *mp*, *ng*, de la Surface terreſtre, conſervent toujours la même poſition, relativement à l'Equateur *aba* ou ABA : lequel eſt toujours formé par la révolution d'un rayon TA, perpendiculaire à l'axe PTM de la Terre & du Monde, au centre de la Terre. (*Fig.* 1).

La même immobilité, relativement à l'Equateur ABA, n'a point lieu de même dans les Etoiles; qui, à cauſe de leur lente révolution autour des Poles de l'Ecliptique (1131), ſe trouvent ſenſiblement, après un certain nombre d'années ou de ſiecles, tantôt plus ou moins au nord, tantôt plus ou moins au midi de l'équateur ABA. (*Fig.* 2).

L'Equateur, qui ſert de Point fixe pour meſurer invariablement la *Latitude des lieux terreſtres*, ne peut donc pas ſervir de Point fixe pour meſurer de même la *Latitude des Etoiles*.

C'eſt pour cette raiſon que les Aſtronomes ſe ſont déterminés à prendre la Latitude & la Longitude des Etoiles, des Planetes, des Cometes, de tout Point

remarquable dans le Ciel, ſur l'Ecliptique RNR : comme nous allons l'expliquer dans les deux définitions ſuivantes.

## *LONGITUDES CÉLESTES.*

I. DEF. I. EXPLICATION. Si on diviſe la *circonférence de l'Ecliptique RTN*, en trois cens ſoixante degrés ; & qu'en prenant chaque année pour premier Point de diviſion, le commencement du Bélier ou le Point équinoxial *a* du printems, on faſſe paſſer par chaque Point de diviſion, un demi-cercle dont le Plan DTE aboutiſſe aux Poles D & E de l'Ecliptique ; (*Fig.* 1) :

On aura le Ciel diviſé en trois cens ſoixante parties égales, ſituées les unes à l'orient des autres : ce qui donnera leur *différente Longitude*, en allant ſelon l'ordre des Signes, d'occident en orient ; & en prenant le premier Point *a* du Bélier, pour point de départ, d'où l'on commencera à compter les degrés depuis zero juſqu'à 360.

II. Ces trois cens ſoixante diviſions de l'Ecliptique, allant d'occident en orient ſelon l'ordre & la ſuite des Signes : tous les *Points du Ciel*, qui ſeront dans la même Diviſion, ou dans le Plan d'un même Demi-cercle mené d'un Pole à l'autre de l'Ecliptique, auront la même Longitude.

III. La *longitude d'un Aſtre*, ou d'un Point quelconque pris dans le Ciel, eſt donc l'*arc de l'Ecliptique*, compris entre le premier Point *a* du Bélier, & la rencontre d'un grand Demi-cercle mené de l'Aſtre aux Poles D & E de l'Ecliptique.

Elle ſe compte par Signes, par degrés, par minutes, par ſecondes : en partant du *premier point du Bélier*, qui eſt le Point équinoxial du dernier printems ; & en allant d'occident en orient, ſelon l'ordre des Signes.

On dira, par exemple, telle Planete ou telle Co-

mete eſt à 4 ſignes 13 degrés 35 minutes 40 ſecondes de Longitude : ce qui marque qu'elle eſt dans le Plan d'un grand Demi-cercle perpendiculaire à l'Ecliptique ; & qui eſt éloigné de toute cette quantité, du grand Demi-cercle qui paſſe par le premier Point du Bélier, ou par le dernier Point équinoxial du printems, perpendiculairement à l'Ecliptique.

*LATITUDES CÉLESTES.*

1152. EXPLICATION. Si on diviſe en cent quatre-vingt degrés, un *grand Demi-cercle*, dont le Plan aboutiſſe aux Poles D & E de l'Ecliptique ; & que l'on faſſe paſſer par chaque Point de diviſion, un Cercle parallele à l'Ecliptique, on aura le Ciel diviſé en cent quatre-vingt parties, ſituées les unes plus ou moins au nord & les autres plus ou moins au midi de l'Ecliptique RTN : ce qui donnera leur différente Latitude. (*Fig. 2.*)

I°. La *Latitude d'un Aſtre*, ou d'un Point quelconque pris dans le Ciel, eſt donc *l'arc d'un grand Cercle perpendiculaire à l'Ecliptique*, compris entre l'Aſtre & l'Ecliptique.

Elle eſt ou *boréale*, ou *auſtrale*, ſelon que l'Aſtre ſe trouve hors du plan de l'Ecliptique, du côté du Pole boréal D, ou du côté du Pole auſtral E.

II°. La Latitude d'un Aſtre, ſe compte par degrés, par minutes, par ſecondes. On dira, par exemple, telle Etoile ou telle Comete eſt à 26 degrés 13 minutes 45 ſecondes de *Latitude boréale* : ce qui marque qu'elle eſt dans le plan d'un grand Cercle qui paſſe par les poles de l'Ecliptique ; & que l'*arc de ce Cercle*, intercepté entre l'Aſtre & l'Ecliptique, du côté du nord, eſt de 26 degrés 13 minutes 45 ſecondes.

Les Aſtres qui ſont dans le *plan même de l'Ecliptique*, n'ont aucune latitude, ſoit en Nq ſoit en R :

mais ils ont *une Déclinaiſon*, dont nous allons parler.

### *DÉCLINAISON D'UN ASTRE.*

1153. OBSERVATION. Les Etoiles, dans leur révolution diurne, parcourent perſévéramment chaque jour, du moins pendant un tems aſſez long, le même cercle NKN ou RSR, parallele à l'Equateur ABA : ſans avancer ſenſiblement d'un jour à l'autre, vers le nord ou vers le midi. (*Fig.* 2).

Il leur faut des ſiecles entiers, ſur-tout à celles qui ont ou près de 90 ou près de 270 degrés de Longitude en NKN ou en RSR : pour qu'elles paroiſſent s'être ou approchées ou éloignées ſenſiblement de l'Equateur ABA. (1172).

Il n'en eſt pas de même pour le Soleil & pour les Planettes, qui s'éloignent ou s'approchent ſans ceſſe de l'Equateur, d'une quantité aſſez conſidérable pour qu'en peu de jours ces Aſtres paroiſſent faire leurs révolutions diurnes dans des *Paralleles à l'Equateur*, totalement différens des précédens.

Par exemple, ſi le *Soleil* fait maintenant ſes révolutions diurnes en RSR ; dans trois mois il les fera en ABA ; dans trois mois après, en NKN : tandis que l'*Etoile* qui fait maintenant ſes révolutions diurnes en RSR, ne les fera en ABB que dans 6435 ans ; en NKN, que dans 12870 ans. (1131).

Ainſi, le Soleil parcourt l'arc SAN d'environ quarante-ſept degrés, dans l'eſpace de ſix mois : tandis qu'une Etoile met 12870 ans à parcourir ce même arc au midi & au nord de l'Equateur.

Delà, la différente Déclinaiſon des Aſtres : déclinaiſon ſenſiblement *conſtante dans les Etoiles*, pendant un tems aſſez long ; déclinaiſon ſenſiblement *variable dans le Soleil & dans les Planetes*, d'un jour à l'autre.

1154. DÉFINITION. La *Déclinaiſon actuelle d'un Aſtre*, eſt dans le Méridien où ſe trouve cet Aſtre, l'*Arc intercepté* entre le centre de l'Aſtre & l'Equateur. Elle eſt ou boréale ou auſtrale; ſelon que l'aſtre eſt ou en deçà ou en delà de l'Equateur, (*Fig.* 2).

Par exemple, ſi l'Aſtre eſt en N; ſa *Déclinaiſon boréale* eſt égale à la valeur de l'arc NA du Méridien PAM. Si l'aſtre eſt en R; ſa *Déclinaiſon auſtrale* eſt égale à la valeur de l'arc RB du Méridien PBM, qui eſt l'arc intercepté entre le centre de l'Aſtre & l'Equateur.

## *ASCENSION DROITE D'UN ASTRE.*

1155. DÉFINITION. Pour déterminer & pour fixer la poſition d'un Aſtre dans le Ciel, on obſerve auſſi ſon *Aſcenſion droite*: qui n'eſt autre choſe que la diſtance de cet aſtre au Méridien qui paſſe par le premier point du Bélier, priſe en degrés & en minutes & en ſecondes ſur l'Equateur. (*Fig.* 2).

Ainſi, l'*Aſcenſion droite d'un Aſtre*, eſt l'arc de l'Equateur, compris entre le Méridien qui paſſe par le premier Point *a* du Bélier, & le Méridien qui paſſe par le centre de l'Aſtre.

Par exemple, ſi l'Aſtre eſt en S, dans le Méridien PAM; ſon Aſcenſion droite eſt l'arc *a*A de l'Equateur. Si l'Aſtre eſt en K, dans le Méridien PBM; ſon Aſcenſion droite eſt l'arc *a* A *n* B de l'Equateur.

## *VERTICAL ET VERTICAUX.*

1156. DÉFINITION. Du *Zénith d'un Lieu quelconque*, à la circonférence de l'Horiſon de ce Lieu, il y a partout une égale diſtance, meſurée par un arc de quatre-vingt-dix degrés.

Un *arc de Cercle*, mené perpendiculairement du Zénith à un point quelconque de la circonférence de

l'horiſon, s'appelle un *Vertical*. Il eſt clair qu'il peut y avoir un nombre infini de *Verticaux*.

On nomme *premier Vertical*, celui qui du Zénith, aboutit à l'interſection de l'équateur & de l'horiſon: il coupe à angles droits le Méridien au zénith. Le premier Vertical eſt indifféremment ou à l'orient ou à l'occident du Méridien.

### *AZIMUT ET AMPLITUDE DES ASTRES.*

1137. DÉFINITION I. On nomme *Azimut d'un Aſtre*, l'arc de l'Horiſon, compris entre le Méridien du lieu où ſe fait l'Obſervation, par exemple, & le Vertical qui paſſe par le centre de l'Aſtre.

Le Sommet de l'angle meſuré par l'Azimuth, eſt au Zénith; & la baſe de cet angle, eſt dans la circonférence de l'horiſon. La même choſe a lieu, à l'égard de la Définition ſuivante.

1138. DÉFINITION II. On nomme *Amplitude d'un Aſtre*, l'arc de l'horiſon, compris entre le premier Vertical & le Point où le Parallele de l'aſtre, rencontre l'horiſon RTS. (*Fig.* 1).

L'Amplitude d'un Aſtre, prend le nom d'*Amplitude ortive* ou d'*Amplitude occaſe*: ſelon que l'Aſtre eſt obſervé du côté où il ſe leve, ou du côté où il ſe couche.

Ces *Différentes définitions* ſont néceſſaires, pour embraſſer toutes les Queſtions que l'on peut faire ſur la *poſition d'un Aſtre*, en vertu de ſon Mouvement diurne & annuel. La netteté des idées en ce genre, a exigé que l'on donnât différens noms aux Cercles, aux Demi-cercles, aux Arcs de cercle, qui ſervent à déterminer la vraie poſition d'un Aſtre dans le Ciel.

# SECONDE SECTION.

## THÉORIE DES CORPS CÉLESTES.

LES Etoiles, les Planetes en général, les Planetes en particulier, les Eclipſes de Soleil & de Lune, la Paralaxe & la Réfraction aſtronomique : tel ſera l'objet de cette ſeconde Section, que nous diviſerons en cinq Articles différens.

## ARTICLE PREMIER.

### LES ÉTOILES, OU LES FIXES.

1159. OBSERVATION. IL y a de très-grandes différences, dans les *Corps Céleſtes*. Nous allons indiquer ici les plus générales, qui ſerviront à faire diſtinguer les *Etoiles*, du reſte des Corps parſemés dans l'immenſité des Cieux.

I°. Parmi les Corps céleſtes, les uns ſont opaques, les autres ſont lumineux.

Les *Corps lumineux* ſont le Soleil & les Etoiles : les *Corps opaques* ſont les Planetes principales, les Planetes ſecondaires, & les Cometes.

Les *Etoiles*, qui ſont tout autant de Soleils immenſement éloignés de nous, ſe diſtinguent des Planetes & des Cometes, par une *Lumiere de ſcintillation*; qui jaillit par élancement, de leur ſein.

Les *Planetes* & les *Cometes*, qui ſont tout autant de Globes opaques, comme la Terre, n'ont d'autre lumiere, que celles qu'elles empruntent du Soleil : lumiere ſans ſcintillation & ſans élancement, plus uniforme & plus tranquille, qu'elles réfléchiſſent inégalement vers nous, tantôt avec plus & tantôt avec

moins d'abondance ; ſelon que leur partie éclairée nous regarde directement ou obliquement.

II°. Parmi les Corps céleſtes, les uns ſont fixes & les autres errans. Les *Aſtres fixes* ſont ceux qui conſervent toujours entre eux, un même rapport de diſtance : tels ſont les Etoiles. L'Arc intercepté entre deux Etoiles quelconques, eſt aujourdhui préciſément le même qu'il étoit au tems d'Hiparque, il y a environ deux mille ans.

Les *Aſtres errans* ſont ceux qui changent ſans ceſſe de poſition dans le Ciel, qui s'approchent ou s'éloignent ſans ceſſe des Aſtres fixes, des Etoiles. Telles ſont les Planetes : telles ſont auſſi les Cometes.

III°. Une lumiere de ſcintillation, caractériſée par des élancemens vifs & fréquens ; une immutabilité de poſition & de diſtance reſpective : tels ſont les deux ſignes auxquels on peut toujours diſtinguer dans le Ciel, une Etoile, d'une Planete ou d'une Comete.

Quel ſpectacle raviſſant & pour le Peuple & pour le Philoſophe, que celui du Firmament dans une belle nuit ! Et quel empire doit avoir ſur nos eſprits l'*Habitude*, qui vient à bout d'affoiblir ou de détruire l'impreſſion d'étonnement, que devroit produire perſévéramment en nous, la vue de tant de merveilles !

## *NOMBRE DES ÉTOILES.*

1160, OBSERVATION. I°. Dans une belle nuit, nous nous imaginons voir dans le Ciel, des millions & des millions d'Etoiles. Cependant, avec le Ciel le plus découvert, & ſous l'Equateur où l'on découvre la moitié entiere du Firmament, *la meilleure Vue* ne peut en ſaiſir & en diſcerner qu'environ onze ou douze cens, dans l'Hémiſphere viſible : ce qui fait environ

*deux milles deux cens Etoiles*, que peut ſaiſir & diſcerner la ſimple vue dans tout le Ciel.

Cette illuſion ou cette fauſſe apparence vient vraiſemblablement, de ce que ces *Lumieres vives & ſcintillantes*, qui jailliſſent par des élancemens ſans ceſſe répétés du ſein de différentes Etoiles viſibles, font des impreſſions trop ſerrées & trop fréquentes au fond de l'œil, pour faire naître des idées ou des images diſtinctes.

Dans cet état de Senſations vives, fréquentes, confuſes, l'*Ame inattentive* multiplie le nombre des objets, pour ainſi dire, en proportion du nombre des ſenſations qu'elle reçoit à la fois; & comme ces ſenſations ſont innombrables, elle juge innombrable le nombre des objets qui les occaſionnent.

II°. Comme il eût été trop difficile de fixer & de retenir la poſition de chaque Etoile en particulier: les Aſtronomes ont partagé les Etoiles en pluſieurs grouppes ou aſſemblages, connus ſous le nom général de *Conſtellations;* & auxquels on a donné arbitrairement différens noms particuliers, dont il eſt très-peu important de découvrir l'origine.

L'Aſtronome Ptolomée diviſa le Ciel étoilé en quarante-huit Conſtellations: auxquelles les Aſtronomes modernes en ont ajouté douze du côté du Pole auſtral, dans la partie du Ciel placée ſous l'horiſon de Ptolomée, qui faiſoit ſes obſervations en Egypte.

Parmi les Conſtellations; les plus dignes d'attention, ſont la grande Ourſe & la petite Ourſe, du côté du Pole Boréal, & les douze Signes du Zodiaque. (1124 & 1125).

III°. L'invention des Téleſcopes de réflexion & de réfraction, a fait découvrir dans le Ciel, un nombre innombrable d'Etoiles, que l'œil le mieux organiſé ne pouvoit aucunement appercevoir à la vue ſimple.

Flamſtéed, Aſtronome Anglois, porta à trois mille, le nombre de celles dont la poſition étoit connue au commencement de ce ſiecle; & le célebre Abbé de la Caille, dans ſon voyage au Cap de Bonne-Eſpérance, en découvrit & en obſerva encore un très-grand nombre dans l'Heſmiſphere auſtral, qui étoient inconnues à Flamſtéed.

A juger de toute l'étendue du Ciel, par quelques portions de cette étendue, ſur leſquelles ſe ſont portées les modernes Obſervations: avec les grands Téleſcopes de Short, qui groſſiſſent environ cinq cens fois les objets, un Œil bien organiſé pourroit découvrir & ſaiſir diſtinctement, dans le double hémiſphere céleſte, plus de trente mille Etoiles; & avec le nouveau Téleſcope de Herſchel, qui groſſit les objets environ deux mille fois, il pourroit aſſez vraiſemblablement y en ſaiſir & y en diſtinguer environ ſoixante ou ſoixante dix millions.

IV°. Outre les Etoiles bien décidées que l'on découvre ou à la ſimple Vue ou avec le ſecours des Téleſcopes: on apperçoit encore dans le Ciel, certaines Taches blanchâtres que l'on nomme *Etoiles nébuleuſes*; & une grande Zone de couleur laiteuſe, à laquelle on donne le nom de *Voie lactée*.

Quelques Aſtronomes ont penſé que ces Taches blanchâtres & cette Zone laiteuſe ne ſont autre choſe que des amas d'Etoiles ou immenſement plus petites ou immenſement plus éloignées que celles qui brillent avec éclat à nos yeux.

Huygens obſerva une de ces Taches blanchâtres, dans la conſtellation d'Orion; & y apperçut en effet quelques petites Etoiles, mais qui ne lui parurent pas capables de cauſer ſa blancheur. De ſix autres Taches ſemblables, dont cinq ont été obſervées avec un Téleſcope de réflexion de huit pieds, il ne s'en eſt trouvé qu'*une ſeule* qui puiſſe être priſe pour un amas

de petites étoiles. D'où il réſulte que l'on n'a encore rien de bien certain ſur la nature de ce que l'on nomme Voie lactée & Etoiles nébuleuſes. Le Téleſcope de Herschel, pourra peut-être fournir des Lumieres à cet égard.

### NATURE DES ÉTOILES.

1161. OBSERVATION. Il eſt plus que vraiſemblable que les Etoiles ſont tout autant de Soleils, placés à différentes diſtances les uns des autres dans le Vide infini; & deſtinés à éclairer & à échauffer des Planetes ou des Globes opaques, qui font leurs révolutions périodiques autour d'eux: comme nos Planetes font leurs révolutions périodique autour de notre Soleil.

Seroit-il naturel de penſer que l'Auteur de la Nature, dont les Vues ſont toujours infiniment grandes & infiniment fécondes, ait borné la deſtination de ces Globes immenſes, à embellir les nuits d'un *Point de l'immenſité*, tel qu'eſt notre petit Globe terreſtre?

Reconnoître que tout l'Univers ſert à l'embelliſſement de la Terre & au bien de l'Homme; c'eſt penſer d'après l'Ecriture & d'après la Raiſon. Mais vouloir que l'Univers entier ſoit uniquement relatif à la Terre & à l'Homme; c'eſt circonſcrire la ſageſſe & la puiſſance de l'Etre increé & créateur; c'eſt heurter la Raiſon, pour donner à l'Ecriture un ſens forcé & paradoxal qu'elle n'a pas.

Quant à la Voie lactée & aux Taches blanchâtres, dont nous venons de parler; ne pourroit-on pas ſoupçonner dans ces Plages céleſtes, de grands amas d'une *Lumiere primordiale*, non encore formée en Corps lumineux? C'eſt le ſoupçon du célebre Halley, qui regarde ces Phénomenes comme propres à rendre raiſon d'un Fait important que nous apprend la Geneſe; ſavoir que *la Lumiere fut créée avant le Soleil.* (881).

De

De grandes traînées de cette matiere qui forme le Soleil & les Etoiles, éparſes dans ces Plages céleſtes, & privées de cette condenſation & de cette fermentation qui a lieu dans les Corps lumineux, occaſionneroient une blancheur plus ou moins éclatante; ſelon que cette matiere ſeroit plus ou moins tranquille, plus ou moins raréfiée.

## GRANDEUR DES ÉTOILES.

1162. OBSERVATION. Les *Etoiles*, comparées entre elles, nous paroiſſent de différente grandeur: ce qui fait qu'on les diſtribue communément en ſept claſſes, décroiſſantes:

1°. On nomme *Etoiles de la premiere grandeur*, celles qui ſe montrent à nous ſous un plus grand diametre & avec le plus grand éclat. On en réduit communément le nombre, à dix-huit ou vingt.

On en compte quatre dans le Zodiaque: ſavoir, *Aldébaran* ou l'Œil du Taureau, dans la conſtellation du Taureau; *Régulus* ou le Cœur du Lion, dans la conſtellation de la Vierge; l'*Epi de la Vierge*, dans la conſtellation de la Vierge; *Antarès* ou le Cœur du Scorpion, dans la conſtellation du Scorpion.

On en compte trois dans la Partie ſeptentrionale du Ciel; ſavoir, *Arcturus*, dans la conſtellation du Bouvier; la *Chevre*, dans la conſtellation du Cocher; la *Lyre*, dans la conſtellation de la Lyre.

On en compte onze dans la Partie méridionale du Ciel; ſavoir, *Syrius*, dans la conſtellation du grand Chien; *Procyon*, dans la conſtellation du petit Chien; deux dans la conſtellation d'Orion, deux dans la conſtellation du Navire, deux dans la conſtellation du Centaure, une dans la conſtellation du Poiſſon auſtral, une dans la conſtellation de la Croix, une dans la conſtellation du Fleuve Eridan.

A ces dix-huit Etoiles de la premiere grandeur,

on ajoute quelquefois celle qui eſt connue ſous le nom de *Queue du Lion*, dans la conſtellation du Lion; & celle qui eſt connue ſous le nom de *Cœur de l'Hydre*, dans la conſtellation de l'Hydre femelle.

II°. On nomme les autres Etoiles viſibles à la ſimple vue, *Etoiles de la ſeconde, de la troiſieme, de la quatrieme, de la cinquieme, de la ſixieme grandeur:* ſelon qu'elles paroiſſent plus petites & moins éclatantes.

III°. On nomme *Etoiles de la ſeptieme grandeur*, celles que l'on ne découvre qu'à l'aide des Téleſcopes.

Et comme parmi celles-ci, il y en a encore de plus brillantes les unes que les autres; on pouſſe encore quelquefois la diviſion plus loin; & on les partage en Etoiles de la ſeptieme, de la huitieme, de la neuvieme grandeur.

1662. II°. REMARQUE. Il ne s'agit ici, comme on voit, que de la *grandeur apparente des Etoiles*: leur grandeur abſolue nous eſt abſolument inconnue.

I°. Il eſt très-poſſible que celles qui nous paroiſſent les plus petites, ſoient réellement *les plus grandes*: ſe trouvant placées dans un eloignement plus conſidérable, qui fait décroître leur *petit Diſque apparent*, comme les quarrés des diſtances augmentent.

Par exemple, en ſuppoſant que *deux Etoiles voiſines* ſoient réellement de même grandeur: ſi l'une eſt quatre fois plus loin de nous que l'autre, le Diſque apparent de l'Etoile plus éloignée, nous paroîtra ſeize fois plus petit qu'il ne paroîtroit à la diſtance de ſa voiſine. (919).

II°. Rien ne démontre que les Etoiles ſoient toutes d'égale grandeur: rien ne démontre qu'elles ſoient de grandeur inégale.

Mais, la *diverſité de figure & de grandeur*, que la Nature a répandue dans tous les êtres ſoumis à nos

obſervations, depuis les Planetes juſqu'aux Cirons, nous fait conjecturer que la même diverſité a lieu dans les Etoiles : qui ſeront toutes des Soleils plus ou moins grands que le nôtre.

III°. Selon les Obſervations & les Calculs des modernes Aſtronomes, *parmi les Etoiles de la premiere grandeur, il n'en eſt aucune dont le Diametre apparent ait une Seconde de degré.*

Quand ces Etoiles ſont éclipſées par la Lune ; elles n'emploient pas *deux Secondes de tems*, à diſparoître & à reparoître : ce qui annonce que leur diametre apparent a moins d'une Seconde de degré ; puiſque la Lune emploie environ deux Secondes de tems, à avancer d'une Seconde de degré.

## *DISTANCE OU ÉLOIGNEMENT DES ÉTOILES.*

1163. OBSERVATION. Les *Etoiles*, comparées entre elles, nous paroiſſent toujours ſenſiblement à la même diſtance les unes des autres : c'eſt-à-dire, que ſi l'eſpace intercepté entre deux étoiles, eſt aujourdhui un arc de dix degrés & trente minutes ; ces deux Etoiles nous paroîtront toujours ſéparées par le même arc de dix degrés & trente minutes, plus ou moins quelques Secondes : petite différence occaſionnée par leur Mouvement apparent d'Aberration, dont nous parlerons bientôt. Cet *Arc de dix degrés & trente minutes*, qui ſépare ces deux Etoiles, ne détermine point leur éloignement abſolu : puiſque nous ne connoiſſons point la longueur du Rayon qui les ſépare de nous. Tout ce que l'on ſait ſur la *diſtance des Etoiles à la Terre*, c'eſt qu'elle eſt immenſe. Une Obſervation & deux Suppoſitions vont nous donner quelque idée de cette immenſité de diſtance. (*Fig.* 5).

I°. Que deux Obſervateurs, placés aux deux extrêmités de la Terre, l'un en A & l'autre en B ſous

l'Equateur, à cent quatre-vingt degrés l'un de l'autre, obſervent au même inſtant la *même Etoile*, la Polaire P, par exemple.

Ces deux Obſervateurs auront un *Triangle APB*, dont la baſe AB eſt le plus grand diametre de la Terre, c'eſt-à-dire, d'environ trois mille lieues; & dont les deux côtés AP & BP leur paroîtront toujours deux lignes ſenſiblement paralleles entre elles: de ſorte que l'Angle P ſera comme infiniment petit.

Or, il eſt démontré par la Trigonométrie, que dans ce Triangle iſocele APB, le Sinus de l'angle P eſt à la baſe AB; comme le Sinus de l'angle A ou B eſt au côté oppoſé BP ou AP, qui eſt la diſtance de l'Etoile P à la Terre. (*Math.* 701).

D'où il réſulte que la baſe AB, d'environ trois mille lieues, eſt comme infiniment petite, comme *un ſimple Point*, en comparaiſon des côtés AP ou BP qui ſont infiniment grands. Par exemple, ſi l'angle P étoit d'une Seconde de degré: on trouvera que les côtés AP ou BP ſont de plus de ſix cens Millions de lieues. Mais comme cet Angle P eſt incomparablement plus petit qu'un Angle d'une Seconde: il s'enſuit que les Côtés AP ou BP ſont immenſement plus grands que ſix cens Millions de lieues. (*Math.* 718).

Plus l'Etoile P ſera éloignée de la Terre ou de la Baſe AB, plus l'angle P deviendra petit (916): mais quand la diſtance de la baſe au ſommet du Triangle, eſt immenſe; la diminution de l'angle P, devient totalement inſenſible. C'eſt pour cette raiſon que les Etoiles plus ou moins éloignées de la Terre, obſervées avec les meilleurs Inſtrumens aſtronomiques, nous paroiſſent toutes à la même diſtance, à une diſtance où tous les ſecours de l'Optique & de la Géométrie n'ont plus de priſe; à une diſtance dont l'eſprit humain ne peut eſtimer l'immenſité, que

d'après quelques Conjectures ou quelques Suppoſitions, telles que les deux ſuivantes.

II°. On ſait que la *denſité de la Lumiere*, diminue: comme le quarré de la diſtance augmente. (898).

Donc, en ſuppoſant que les Etoiles ſont des *Soleils* à peu près auſſi grands & auſſi lumineux que celui qui éclaire & qui échauffe notre Globe, on pourra faire cette analogie : la denſité de la Lumiere que répand telle Etoile, eſt à la denſité de la Lumiere que répand le Soleil ; comme le quarré de la diſtance du Soleil à la Terre, eſt au quarré de la diſtance de l'Etoile à la Terre. (1221).

Les trois premiers Termes connus tellement quellement, feront connoître le quatrieme, dont la Racine quarrée exprimera l'immenſe diſtance de telle Etoile à la Terre.

III°. On ſait que les *diſtances de deux Objets égaux*, que l'on obſerve, ſont en raiſon inverſe de leurs Diametres apparens. (918).

Donc, en ſuppoſant les Etoiles égales au Soleil ; on pourra encore faire cette analogie : le diametre apparent de telle Etoile, (lequel n'eſt jamais qu'un Point plus ou moins lumineux, lors même qu'on l'obſerve avec les plus grands Téleſcopes), eſt au diametre apparent du Soleil ; comme la diſtance du Soleil à la Terre, eſt à la diſtance de telle Etoile à la Terre.

Les trois premiers Termes connus donneront le quatrieme, dont la grandeur immenſe exprimera encore l'immenſe diſtance de l'Etoile à la Terre.

IV°. D'après les divers réſultats que peuvent donner ces ſortes d'Obſervations & de Spéculations, & ſur-tout d'après ceux que peut donner la Parallaxe de l'Orbe annuel, dont nous parlerons dans la ſuite (1340), les modernes Aſtronomes ont trouvé que les *Etoiles de la premiere grandeur*, celles que l'on

peut regarder comme étant les plus voiſines ou les moins éloignées de la Terre, en ſont à une diſtance qui excede ſept Trillons de nos lieues communes de France, ſelon les uns; & qui, ſelon ceux qui réduiſent cette diſtance à ſes moindres termes poſſibles, excede au moins *trois Trillons* ou *trois mille Milliards* de ces mêmes lieues; ou 3,000,000,000,000 lieues communes.

Il eſt vraiſemblable que les Etoiles de la ſixieme & de la ſeptieme grandeur, en ſont encore immenſément plus éloignées.

### *PRÉSOMPTION PRÉLIMINAIRE CONTRE L'IMMOBILITÉ DE LA TERRE.*

1164. OBSERVATION. Si la Terre eſt réellement immobile : il eſt évident que toutes les Etoiles font chaque jour une révolution autour de la Terre; en décrivant une Courbe BAB, NKN, GDG, SRS, EFE, dont le Rayon TA, ſous l'Equateur, eſt au moins de 3,000,000,000,000 lieues. (*Fig.* 2).

Si on applique le calcul à la Vîteſſe que devroient avoir les Etoiles qui font leur révolution diurne dans le Plan de l'Equateur ABA : on ſera pleinement convaincu du mouvement de la Terre, & de l'immobilité du Ciel étoilé. Car, en ſuppoſant à ces Etoiles la vîteſſe conſtante d'un Boulet de canon qui bat en breche (391) : on trouvera qu'il faudroit aux *Etoiles les plus voiſines de la Terre*, plus de 12,105,600 ans; plus de 4,418,544,000 jours; pour faire une ſimple révolution diurne autour de la Terre, dans le plan de l'Equateur ABA.

Il faudroit donc que, parmi les Etoiles qui font leurs révolutions diurnes dans le plan de l'Equateur, celles qui ſont les plus voiſines de la Terre, celles qui ont le mouvement le plus lent, euſſent une vîteſſe au moins 4,418,544,000 fois plus grande, que celle d'un *Boulet de canon* qui bat en breche.

I°. Que penſer d'une *Vîteſſe auſſi révoltante*, & pour l'Imagination, & pour la Raiſon : quand il eſt évident qu'une ſimple révolution de la Terre autour de ſon axe, d'occident en orient, peut produire tous les phénomenes que l'on voudroit faire réſulter de la révolution diurne des Etoiles autour de notre Globe, d'orient en occident ?

II°. Quelle *Force centrale* peut-on imaginer, pour déterminer ces Etoiles à ſe mouvoir en ligne courbe autour de la Terre, contre l'exigence de tout Mouvement ; qui tend toujours néceſſairement à s'effectuer en ligne droite ?

III°. Comment arrive-t-il d'ailleurs, que toutes les Etoiles, en décrivant chaque jour des Cercles les uns plus grands BAB, les autres plus petits NKN, GDG, SRS, EFE, parcourent toutes des *Arcs ſemblables* de leurs Cercles inégaux, dans des tems égaux ; commencent & finiſſent toutes leur révolution diurne préciſément en 23 heures 56 minutes & 4 ſecondes de tems ?

IV°. Comment & en vertu de quoi arrive-t-il ſurtout, que les Etoiles qui parcourent aujourdhui un plus grand Cercle BAB, décroiſſent en vîteſſe en paſſant dans un plus petit cercle NKN ; & que celles qui parcourent aujourdhui un plus petit cercle NKN, augmentent en vîteſſe en paſſant dans un plus grand cercle BAB ?

Il eſt clair que ſi cette révolution diurne des Etoiles eſt réelle, & non ſimplement apparente ; on ne conçoit encore rien dans la théorie du mouvement, qui eſt cependant ſi rigoureuſement démontrée.

Commençons donc ici à *ſoupçonner de l'illuſion*, dans tous les Mouvemens que nous obſervons dans les Etoiles : puiſque leur Mouvement le plus ſimple & le plus frappant, ne peut être réel ; ſans révolter la Raiſon, ſans être incompatible avec toutes

les Loix du Mouvement, avec toutes les Loix de la Phyſique.

### *DIVERS MOUVEMENS DES ÉTOILES.*

1165. OBSERVATION. On découvre dans les Etoiles, *pluſieurs Mouvemens différens*, réels ou apparens, qu'il eſt important de connoître & de remarquer; & dont nous rendrons raiſon en détail, dans l'expoſition du Syſtême de Copernic où nous démontrerons qu'ils ne ſont qu'apparens. (*Fig.* 2).

I°. Dans les Etoiles exiſte un *Mouvement diurne, d'orient en occident*: Mouvement par lequel elles paroiſſent décrire chacune autour de l'Axe du monde PTM, un Cercle parallele à l'Equateur, dans l'eſpace d'un peu moins de vingt-quatre heures; ou préciſément, dans l'eſpace de 23 heures 56 minutes & environ 4 ſecondes:

Ce qui fait que l'Etoile *y*, qui paſſa hier dans notre Méridien M *t*P avec le centre du Soleil, y arrive aujourdhui *environ quatre minutes plus tôt que le Soleil*, lequel en eſt encore éloigné d'environ un degré vers l'orient:

Ce qui fait encore que cette même Etoile *x*, avançant chaque jour d'environ un degré plus que le Soleil, au bout de trois mois ſe couche, quand le Soleil arrive au même Méridien; au bout de neuf mois ſe leve, quand le ſoleil arrive à ce même Méridien; au bout d'un an, a paſſé 366 fois par ce même méridien, quand le Soleil n'y a paſſé que 365 fois.

La même choſe arrive à toutes les autres Etoiles: ſoit qu'elles parcourent l'Equateur; ſoit qu'elles parcourent les Tropiques, ou les Cercles polaires, ou d'autres Cercles paralleles à l'équateur. Toutes leurs *Révolutions diurnes* ſe font en des tems égaux, dans les plus grands Paralleles ABA, comme dans les plus petits Paralleles GDG; & ces Révolutions diurnes

ſont toutes plus courtes que celle du Soleil, de 3 minutes & environ 56 ſecondes.

Il eſt aiſé de ſe former par-là, une idée des *Levers héliaques* & des *Couchers héliaques* de telles & telles Etoiles : Levers & Couchers ſi célebres chez les anciens Aſtronomes & chez les anciens Poëtes, dans des tems où regnoit la ſottiſe & la folie des Influences céleſtes & de l'Aſtrologie judiciaire. Une Etoile ſe leve ou ſe couche héliaquement : quand elle arrive à l'horiſon ou qu'elle diſparoît ſous l'horiſon, conjointement avec le Soleil.

II°. Dans les Etoiles exiſte un *Mouvement parallele à l'Ecliptique, d'occident en orient :* Mouvement fort lent, en vertu duquel elles paroiſſent parcourir un degré de l'Ecliptique RSR ou d'un Cercle parallele à l'Ecliptique, d'occident en orient, dans l'eſpace de 71 ans & ſix mois ; & toute l'Ecliptique ou tout un Cercle LKL & HGH parallele à l'écliptique, dans l'eſpace de 25740 ans. (*Fig.* 7).

C'eſt ce que l'on nomme la *Préceſſion des équinoxes :* ſoit parce que les Points équinoxiaux modernes devancent & précedent dans la Révolution diurne, les Points équinoxiaux anciens ; ſoit parce que les Points équinoxiaux anciens devancent & précedent dans la ſuite des Signes, les Points équinoxiaux modernes. (1131).

En vertu de ce Mouvement de tout le Ciel autour de l'axe DTE de l'Ecliptique ; l'Etoile R fait ſa grande révolution dans l'Ecliptique R*a* S*n*R ; l'Etoile G fait ſa grande révolution dans un Cercle GHG, parallele à l'écliptique ; le Pole du monde lui-même P fait ſa grande révolution dans un cercle P*qrs*P, encore parallele à l'écliptique.

On doit entendre la même choſe de toute autre Etoile K & M : chacune fait, en 25740 ans, une révolution autour de l'axe DTE de l'Ecliptique, dans

un Cercle parallele à l'écliptique & dont le plan KLK eſt plus ou moins éloigné du centre de la Terre T.

III°. Dans les Etoiles exiſte un *Mouvement d'aberration :* Mouvement en vertu duquel les Etoiles ſont preſque toujours écartées de quelques Secondes de degré, du vrai Lieu qu'elles occupent dans le Ciel. La période de ce Mouvement embraſſe une année, & rien de plus.

En vertu de ce Mouvement, qui n'eſt qu'apparent, ainſi que les deux précédens, (*Fig.* 7) :

D'abord, les Etoiles C, qui ſont placées *dans le plan de l'Ecliptique*, paroiſſent décrire chaque année, une ligne ou un arc *gh* d'environ quarante Secondes de degré : allant de *g* en *h* ſelon l'ordre des Signes pendant ſix mois ; revenant de *h* en *g* contre l'ordre des Signes pendant les ſix autres mois ; & ne ſe montrant que deux fois par an dans leur vrai lieu C.

Enſuite, les Etoiles qui ſont *dans les Poles mêmes de l'Ecliptique D & E*, ſemblent décrire chaque année autour de leur vrai Lieu, un petit Cercle D, dont le diametre eſt d'environ quarante Secondes de degré : allant auſſi ſelon l'ordre des Signes pendant ſix mois, & contre l'ordre des Signes pendant les autres ſix mois. Celles-ci ne ſont jamais vues dans leur vrai lieu : elles en ſont toujours écartées d'environ vingt Secondes de degré.

Enfin, les Etoiles qui ſont placées *entre l'Ecliptique & ſes Poles*, par exemple, en *v*, ſemblent décrire chaque année autour de leur vrai Lieu, une Ellipſe 1, 2, 3, 1, dont le grand axe, parallele au plan de l'écliptique, eſt d'environ quarante Secondes de degré ; & dont le petit Axe eſt d'autant moindre, que l'Etoile eſt plus près du plan & plus loin des poles de l'écliptique. Celles-ci ne ſont jamais vues dans leur vrai lieu, dont elles s'écartent

tantôt plus & tantôt moins ; en allant, ainſi que les précédentes, pendant ſix mois ſelon l'ordre des Signes 1 , 2 ; & pendant ſix mois contre l'ordre des Signes 3 , 2.

Nous ferons voir ailleurs que ce *Mouvement d'aberration annuelle*, qui ſeroit ſi biſarre s'il étois réel, & qui n'eſt connu que depuis environ un ſiecle, eſt une ſuite ou une dépendance du Mouvement annuel de la Terre autour du Soleil dans le plan de l'Ecliptique. (1331).

IV°. On attribue encore aux Etoiles, *deux autres Mouvemens apparens*, mais très-peu conſidérables.

L'un d'environ neuf ſecondes dans un ſens pendant neuf ans, & enſuite de tout autant de ſecondes dans un ſens oppoſé pendant neuf autres années, eſt occaſionné par la *Mutation de l'axe terreſtre* & par la révolution périodique des Nœuds de la Lune ; dont nous parlerons ailleurs.

L'autre eſt occaſionné, dit-on, par un *Changement progreſſif d'obliquité* entre l'Ecliptique & l'Equateur : changement qui feroit varier en plus & en moins, la latitude des Etoiles ; mais qui ne nous paroît pas encore ſuffiſamment conſtaté & démontré ; ainſi que nous l'obſerverons dans la ſuite. (1381 & 1382).

V°. Comme notre Soleil a un *Mouvement réel de rotation autour de ſon Axe*, au centre de notre Monde planétaire, mouvement en vertu duquel il fait une révolution ſur lui-même dans l'eſpace de vingt-cinq jours & demi, (1181) :

Il eſt aſſez probable que les Etoiles ont un ſemblable *Mouvement de rotation*, en vertu duquel elles tournent ſur leur axe, les unes plus & les autres moins rapidement : ce qui doit leur donner des figures différentes, plus ou moins éloignées de la figure ſphérique. L'hypotheſe de cette Rotation des Etoiles, ſert en partie à rendre raiſon du Phénomene ſuivant.

*DISPARITION DE CERTAINES ÉTOILES.*

1166. OBSERVATION. Un grand Phénomene aſtronomique, qui a toujours excité la ſurpriſe des Aſtronomes & des Phyſiciens, c'eſt l'*Apparition* de certaines Etoiles nouvelles & la *Diſparition* de certaines Etoiles anciennes.

I°. Dans la conſtellation du Taureau, qui eſt une des douze conſtellations du Zodiaque; il y un amas de ſix Etoiles, que le Vulgaire appelle *la Pouſſiniere*, & que les Aſtronomes nomment *les Pléyades*.

Tout le Monde ſait que les Pléyades étoient autrefois compoſées de *ſept Etoiles*, dont une a totalement diſparu.

II°. On obſerva en 1572, dans la Conſtellation de Caſſiopée, une *nouvelle Etoile*, qui pendant quatre mois l'emportoit en lumiere ſur les étoiles de la premiere grandeur; & qui après avoir paſſé par tous les degrés décroiſſans des étoiles viſibles, diſparut enfin au bout de deux ans.

On avoit déjà obſervé un ſemblable phénomene dans la même région du Ciel, en 945 & en 1264; & ces trois Etoiles pourroient bien n'être que la même que l'on verra peut-être reparoître dans environ 105 ans.

III°. On obſerve auſſi dans quelques autres Conſtellations, des Etoiles dont la lumiere ſemble avoir des *Périodes réglés* d'augmentation & de diminution.

Tous ces phénomenes dépendent vraiſemblablement de la même cauſe, qui depuis pluſieurs années excite la curioſité des Obſervateurs, & qui ne ſera peut-être jamais démonſtrativement connue. En attendant des démonſtrations, voici des conjectures ſur ce merveilleux Phénomene.

1167. EXPLICATION I. Ne pourroit-on pas ſuppoſer ou ſoupçonner avec Newton, que ces Etoiles

qui ont des alternatives d'apparition & de diſparition, d'accroiſſement & de diminution de lumiere; au lieu d'être des Soleils parfaits, des Soleils lumineux dans tous les points de leur ſurface, ſont des *Corps mixtes*, en partie opaques & en partie lumineux; par exemple, *opaques dans un Hémiſphere & lumineux dans l'autre?*

Pourquoi la Nature, qui ordinairement ne fait rien par bonds, qui ſemble affecter d'établir preſque partout des Points de communication & de réunion, en paſſant comme par degrés d'une Eſpece à l'autre, d'un Regne a l'autre, de l'Animal au Végétal, du Végétal au Minéral, n'auroit-elle pas pu ſuivre la même marche dans les Corps céleſtes; & paſſer des Corps lumineux aux Corps opaques, par des Corps en partie opaques & en partie lumineux? (545).

Dans cette hypotheſe, qui n'a certainement rien d'anti-philoſophique, ces *Soleils mixtes*, en partie opaques & en partie lumineux, en faiſant leur révolution ſur eux-mêmes, comme notre Soleil & nos Planetes, révolution dont la période peut être plus ou moins longue indéfiniment, ſeroient viſibles pour nous, quand leur *Hémiſphere lumineux* ſeroit tourné vers la Terre; & deviendroient enſuite inviſibles pendant un plus ou moins long-tems, quand leur *Hémiſphere opaque* auroit ſuccedé à l'hémiſphere lumineux & ſeroit dirigé à ſon tour vers la Terre.

Ces mêmes *Soleils mixtes* nous paroîtroient tantôt plus & tantôt moins grands & moins lumineux; ſelon que leur Hémiſphere lumineux ſeroit dirigé en plus ou moins grande partie vers la Terre: comme nos Planetes en quadrature, nous paroiſſent moins lumineuſes & moins grandes, que lorſque tout leur diſque éclairé eſt dirigé vers la Terre.

1168. EXPLICATION II. Si on a de la peine à adop-

ter cette idée de *Soleils mixtes*, on pourra ſuppoſer avec le célebre de Maupertuis, que ces Etoiles qui ont des Alternatives d'apparition & de diſparition, ſont des Soleils fixes, comme le nôtre; mais doués d'un *Mouvement de rotation immenſement rapide*, autour de leur Axe; & éclairant des Planetes & des Cometes mobiles autour de leurs centres. Dans cette hypotheſe plus ou moins ſatisfaiſante:

I°. Un Mouvement de rotation immenſement rapide, autour de leur axe, donnera à ces Soleils un très-grand applatiſſement vers leurs Poles: applatiſſement qui peut augmenter à l'infini; & leur donner une figure qui approchera plus du Cercle que de la Sphere; une figure aſſez ſemblable à celles des Verres convexes, qui forment nos grandes Lentilles de Lunette d'approche. (1182).

Le Mouvement de toutes les Parties conſtitutives d'un Soleil de cette eſpece, étant comme infiniment plus grand vers l'Equateur que vers les Poles: il eſt clair que toutes ces parties doivent tendre à s'écarter du centre de ce Soleil, mais incomparablement plus vers l'équateur que vers les poles.

II°. Quand un tel Soleil ſera placé dans le Ciel, en telle ſorte que l'axe de ſon Equateur ſoit dirigé vers la Terre: il eſt clair qu'il ſe montrera ſous une grande ſurface, ſous un diſque très-lumineux & très-ſenſible.

Mais, quand le plan de ſon Equateur ſera dirigé vers la Terre: il n'offrira à l'œil, qu'une ſurface incomparablement moindre, qu'une eſpece de ligne, qui peut devenir totalement imperceptible; à raiſon de l'infiniment petit *Angle optique* qui meſure ſa largeur. (921).

III°. Les Planetes & les Cometes qui circulent autour d'un tel Soleil, peuvent-elles manquer de déranger de tems en tems, ſa ſituation ou ſa poſition

dans le Ciel ? Non, ſans doute. Car, comme ce Soleil attire ces Aſtres errans & les retient dans leur Courbe : il en eſt attiré à ſon tour ; & il doit céder plus ou moins aux Attractions qu'ils exercent ſur lui.

Pour ſimplifier ici les choſes autant qu'il eſt poſſible : ſuppoſons que l'équateur de ce *Soleil lenticulaire*, ſoit dirigé vers quelque grande Planete ou Comete, qui faſſe obliquement ſa lente révolution autour de lui, dans l'eſpace d'un ſiecle.

Il eſt clair que la partie de cet Equateur, la plus voiſine de la Planete, ſera plus attirée que le centre & que toutes les parties placées au-delà du centre (1420) ; & que cet Equateur, plus attiré d'un côté que de l'autre par la Planete, doit tendre à faire une révolution ſur lui-même, tandis que l'Aſtre errant fera une révolution autour de ce Soleil lenticulaire.

Delà, il arrivera que ce Soleil, tournant à la fois & avec un mouvement très-rapide autour de ſon Equateur, & avec un mouvement très-lent autour de ſes Poles, aura ſucceſſivement & périodiquement ſon équateur ou ſon grand diſque, tantôt plus en priſe, tantôt moins en priſe à nos regards : comme nous venons de l'expliquer.

### *STATIONS DU SOLEIL ET DES ÉTOILES.*

1169. OBSERVATION. Le Soleil & les Etoiles n'eſſuient aucun changement ſenſible de Latitude : mais ils ſouffrent de continuels changemens de Déclinaiſon, (1152 & 1153) :

Avec cette différence que les Etoiles mettent incomparablement plus de tems que le Soleil, à s'approcher ou à s'éloigner de l'Equateur, d'une quantité déterminée de degrés ou de minutes. (*Fig.* 7).

Car, pour paſſer du Point équinoxial du printems, où il eſt ſans aucune déclinaiſon, au Point ſolſtitial d'été, où il a environ vingt-trois degrés & vingt-

huit minutes de déclinaiſon boréale AS : le Soleil ne met que trois mois ; tandis que les Etoiles, pour eſſuyer le même changement de déclinaiſon, ont beſoin de 6435 ans. (1131).

Mais quoique le Soleil, en paſſant d'un Point équinoxial au Point ſolſtitial voiſin, acquiere de jour en jour plus de déclinaiſon ; il y a cependant quelques jours où l'augmentation & la diminution de déclinaiſon ſont inſenſibles ; où le Soleil ne s'approche ni ne s'éloigne ſenſiblement de l'Equateur ABA ; où il eſt comme *Stationnaire*, par rapport au plan de l'Equateur.

La même choſe arrive auſſi aux Etoiles : elles ſont *Stationnaires*, pendant quelques ſiecles, dans les mêmes circonſtances où le Soleil eſt ſtationnaires pendant quelques jours ; ainſi que nous allons l'expliquer.

1170. LEMME. *Quand deux Cercles, tels que l'Equateur ATB & l'Ecliptique RTS, s'entre-coupent par leurs centres* T, (Fig. 7) :

I°. Il eſt clair que depuis leur commune interſection *n*T*a*, leurs Arcs A*a*S vont en s'écartant juſqu'à quatre-vingt-dix degrés : qu'à quatre-vingt-dix degrés, leurs arcs A*n*S ceſſent de s'écarter & commencent à ſe rapprocher.

II°. Il eſt clair que près des points d'interſection, les Arcs correſpondans *ad* & *ac*, ſont deux lignes divergentes.

Un Corps qui parcourra l'Arc *ad* d'un ou deux degrés dans l'Ecliptique, s'éloignera donc de l'Equateur, de la quantité *dc*.

III°. Il eſt clair également qu'à quatre-vingt-dix degrés de leur interſection, leurs Arcs correſpondants *m*A*m* & *m*S*m*, d'un ou deux degrés chacun, ſont des lignes ſenſiblement paralleles.

Si on prend deux Cercles de Carton, qui s'entre-coupent

coupent par leurs centres ſous un angle de vingt à vingt-cinq degrés : on verra ce *ſenſible Paralléliſme* dans les Arcs correſpondans, au-delà de quatre-vingt-huit degrés de leur commune interſection de part & d'autre.

### *LES STATIONS DU SOLEIL.*

1171. EXPLICATION. Obſervons d'abord la révolution annuelle du Soleil dans l'Ecliptique. Sa marche nous fera mieux ſentir la marche des Etoiles : ſes *Stations connues* nous feront connoître ce que nous devons entendre par les Stations des Etoiles. (*Fig.* 7).

I°. Le Soleil, au Point équinoxial *a* du printems, eſt ſans aucune déclinaiſon : puiſque ſon centre eſt dans le plan de l'Equateur, où il n'y a aucune déclinaiſon. (1154).

II°. En paſſant du Point équinoxial du printems, au Point ſolſtitial d'été S : le Soleil s'éloigne de plus en plus du plan de l'Equateur A B A ; & acquiert d'un jour à l'autre, une Déclinaiſon boréale toujours croiſſante juſqu'en S, où elle eſt d'environ ving-trois degrés & vingt-huit minutes.

III°. Mais cette Déclinaiſon toujours croiſſante n'augmente pas d'un jour à l'autre, d'une quantité égale & conſtante. Dans les premiers degrés *a d*, la Déclinaiſon augmente dans un grand rapport ; dans les degrés intermédiaires *d m*, elle augmente dans un rapport toujours moindre : dans les derniers degrés *m* S *m*, l'augmentation eſt inſenſible & comme nulle. Par exemple :

Quand le Soleil parcourt à peu près en deux jours les deux premiers degrés *a d* de l'Ecliptique ; il s'éloigne de l'Equateur de la quantité *d c* : parce que les deux Arcs correſpondans *d x c* de ces deux Cercles, ſont divergens de toute la quantité *d c*.

Quand environ trois mois après l'Equinoxe du

printems, le Soleil parcourt le quatre-vingt-dixieme & le quatre-vingt-onzieme degré de l'Ecliptique en *m* S *m* ; il ne s'éloigne point ſenſiblement de l'Equateur : parce que les deux Arcs correſpondans *m* S *m* & *m* A *m* de l'Ecliptique & de l'Equateur, au lieu d'être deux lignes divergentes, ſont deux lignes ſenſiblement paralleles.

La même choſe arrive, le même Paralléliſme a lieu, quand le Soleil eſt en R, entre le deux cens ſoixante-neuvieme & deux cens ſoixante-onzieme degrés de l'Ecliptique.

IV°. Delà, les *Stations du Soleil vers les Points ſolſtitiaux*, vers les quatre-vingt-dixieme & deux cens ſoixante-dixieme degrés de Longitude : c'eſt le tems des *Solſtices*.

Un ou deux jours avant, & un ou deux jours après le moment de chaque Solſtice ; le Soleil a ſenſiblement la *même Déclinaiſon*, ou le même éloignement de l'Equateur. L'Arc AS ou BR, qui meſure cette déclinaiſon, eſt ſenſiblement de même grandeur, d'environ vingt-trois degrés & vingt-huit minutes : ſoit qu'on le meſure au Point ſolſtitial ; ſoit qu'on le prenne à un ou deux degrés en-deça ou en-delà du Point ſolſtitial.

### *LES STATIONS DES ÉTOILES.*

1172. EXPLICATION. Obſervons maintenant la *grande révoluton des Etoiles*, autour de l'Axe DTE de l'Ecliptique, d'occident en orient : révolution qui ne s'acheve que dans une durée de 25740 ans ; & qui eſt 25749 fois plus lente que celle du Soleil, à laquelle elle reſſemble d'ailleurs. (1131).

Les Etoiles ſont à la fois, ainſi que le Soleil, & leurs révolutions diurnes, dans un Parallele à l'Equateur ; & leur grande révolution, dans un Parallele à l'Ecliptique. (*Fig.* 7).

I°. Prenons d'abord une Etoile quelconque dans

le plan de l'Ecliptique. L'Etoile *a*, par exemple qui ſe trouve actuellement dans le plan de l'Ecliptique, au Point équinoxial du printems, eſt ſans aucune déclinaiſon; puiſqu'elle eſt dans le plan de l'Equateur: elle eſt auſſi ſans aucune Longitude; puiſqu'elle eſt dans le premier point du Bélier. (1154 & 1151).

Cette Etoile, tendant de *a* en S, en vertu de ſa grande révolution autour de l'axe DTE de l'Ecliptique, parcourt l'arc *ad* d'un degré en ſoixante-dix ans & demi; & s'éloigne du plan de l'équateur de la quantité *dc*, qui eſt l'arc de ſa déclinaiſon: parce que les arcs correſpondans *ad* & *ac* de l'écliptique & de l'équateur, ſont des lignes divergentes. Cette Etoile n'acquiert en ſoixante-dix ans & demi, qu'autant de déclinaiſon, qu'en acquiert le Soleil en environ un jour.

Quand cette Etoile *a* ſera en *m*S*m*, vers le quatre-vingt neuvieme degré de Longitude; elle parcourra en 143 ans, deux degrés de l'Ecliptique, ſans s'éloigner ſenſiblement de l'Equateur AB pendant tout ce tems: parce que les Arcs correſpondans *m*S*m* & *m*A*m* de l'Ecliptique & de l'Equateur, au lieu d'être des lignes divergentes, ſont des lignes ſenſiblement paralleles. La même choſe arrivera à cette étoile, quand elle ſera en R. (1170).

Delà, la *longue Station de cette Etoile*, que l'on pourroit nommer *Stelliſtice*, vers le quatre-vingt-dixieme & le deux cens ſoixante-dixieme degrés de longitude: Stelliſtice 25740 fois plus long que le tems du Solſtice.

II°. Prenons maintenant une autre Etoile quelconque, hors du plan de l'Ecliptique. Que l'Etoile *k*, par exemple, ſe trouve actuellement dans le plan du Cercle de Longitude DTE, qui paſſe par le premier Point du Bélier: elle ſera ſans aucune longitude; & elle ſera ſes révolutions diurnes dans le parallele

TST, qui regle ſa Déclinaiſon, ou ſa diſtance SA ou TB de l'Equateur ABA.

Mais cette Déclinaiſon ira en croiſſant de plus en plus, depuis le point *k* où elle eſt ſans aucune longitude, juſqu'au point H où elle aura quatre-vingt-dix degrés de longitude.

Quand cette Etoile parcourt les premiers degrés *kd* de ſon Parallele à l'Ecliptique; elle augmente notablement en déclinaiſon: parce que les Arcs correſpondans *kd* & *kc* du Parallele à l'écliptique & du Parallele à l'équateur, ſont des lignes divergentes.

Mais quand elle parcourt l'Arc *m*H*m*, de deux ou trois degrés, elle ne change point ſenſiblement de déclinaiſon: parce que les deux Arcs correſpondans *m*H*m* & *m*A*m* ſont des lignes ſenſiblement paralleles. La même choſe arrivera à cette Etoile, quand elle ſera en G.

On peut appliquer la même théorie à toute autre Etoile: en comparant ſon Parallele à l'écliptique, avec ſon Parallele à l'équateur. Les mêmes Stations ont lieu pour toutes les Etoiles, vers leur quatre-vingt dixieme & deux cens ſoixante dixieme degré de longitude. On voit par-là, que ces Etoiles ſervent plus facilement que les autres, de Points fixes dans le Ciel: quand il s'agit de faire ou de comparer des Obſervations qui embraſſent une certaine étendue de tems.

### *LUMIERE ZODIACALE.*

1173. DÉFINITION. La *Lumiere zodiacale* eſt une clarté ou une blancheur, ſouvent aſſez ſemblable à celle de la Voie lactée; que l'on apperçoit dans le Ciel en certains tems de l'année avant le lever ou après le coucher du Soleil, en forme de lance ou de fuſeau, le long du Zodiaque où elle eſt toujours renfermée par ſa pointe & par ſon axe, ayant ſa baſe appuyée obliquement ſur l'horiſon.

Ce Phénomene, découvert & décrit par le célebre Caſſini, a fait l'objet des ſavantes ſpéculations de l'ingénieux de Mayran : qui penſe avec plus ou moins de vraiſemblance, que ce n'eſt autre choſe que l'*Atmoſphere même du Soleil*, fort applatie vers les poles de cet aſtre, & fort alongée vers ſon équateur.

C'eſt, ſelon cet Auteur, une matiere très-fluide, lumineuſe par elle-même, ou peut-être ſeulement éclairée par les rayons du Soleil, laquelle environne cet Aſtre en forme d'Anneau lenticulaire. (828).

Cet Anneau eſt vu dans le Ciel en forme de fuſeau, dont les pointes interceptent un angle de vingt-ſix, de quarante-cinq, & quelquefois de cent degrés : ſelon que le fuſeau ſe préſente à nous, ou plus directement, ou plus obliquement. (919).

## ARTICLE SECOND.

### LES PLANETES EN GÉNÉRAL.

1174. OBSERVATION. AUTOUR du Soleil immobile au centre de notre Monde planétaire, roulent *ſept Planetes principales*, à différentes diſtances de cet Aſtre. Nous ne ferons mention ici que des ſix premieres, qui ſont connues de tout tems. La derniere qui n'eſt connue que depuis environ cinq ans, & qui a été découverte par Herſchel, dont elle porte le nom (1179), eſt la plus éloignée de toutes ; & elle ſe meut dans le Ciel autour du Soleil, de la même maniere que les ſix premieres. (*Fig.* 4).

Voici les noms qu'on leur donne, les caracteres par leſquels on les diſtingue, & l'ordre de leur poſition : *Mercure* ☿ : *Vénus* ♀ : la *Terre* ♁ : *Mars* ♂ : *Jupiter* ♃ : *Saturne* ♄. La Courbe que décrit chaque

Planete autour du Soleil, centre de ſon mouvement, n'eſt point un Cercle, mais une Ellipſe.

Parmi les Planetes principales, il y en a trois qui ont des *Planetes ſecondaires :* ſavoir, la Terre, qui a la Lune; Jupiter, qui a quatre Satellites ou quatre Lunes; Saturne, qui a cinq Satellites ou cinq Lunes.

Les Planetes ſecondaires font leur révolution autour de leur Planete principale, centre de leur mouvement : pendant que la Planete principale fait elle-même ſa révolution autour du Soleil.

Le centre de mouvement des Planetes ſecondaires, change ſans ceſſe de place : puiſque la Planete principale, en faiſant ſa révolution autour du Soleil, entraîne avec elle ſa Planete ſecondaire.

### *IDÉE DE LEUR COURBE.*

1175. OBSERVATION. Comme la Courbe que parcourent, & les Planetes principales autour du Soleil immobile, & les Planetes ſecondaires autour de leur Planete mobile, eſt *une Ellipſe :* il eſt important de donner ici une notion générale de cette eſpece de Courbe, ſur laquelle on pourra prendre ailleurs, ſi l'on veut, des lumieres plus étendues. (*Math.* 749 & 765).

Sur un Plan indéfini, ſoit une Droite indéfinie TE, ſur laquelle on prendra arbitrairement deux points R & S, auxquels on fixera les deux extrêmités d'un Fil d'une longueur quelconque. (*Fig.* 23).

Soit enſuite un Crayon qui tienne toujours ce Fil également tendu; & qui reſtant toujours perpendiculaire au Plan, faſſe une révolution autour des points R & S.

La *Courbe TCEGT*, qui ſera décrite par ce Crayon perpendiculaire, eſt une *Ellipſe;* & telle eſt la Courbe que décrivent toutes les Planetes principales autour du Soleil S.

I°. On nomme *grand Axe*, le plus grand diametre TE, que l'on puiſſe mener dans cette Courbe; *petit Axe*, le plus grand diametre CG que l'on puiſſe mener perpendiculairement ſur le milieu du grand axe.

II°. On nomme *Foyers*, les deux points R & S du grande axe; *Centre*, le point O du grand axe, également éloigné des deux foyers; *Excentricité*, la diſtance RO ou SO, interceptée entre l'un des foyers & le centre.

III°. En ſuppoſant le Soleil ou le Centre de mouvement, dans l'un des Foyers déterminément, par exemple, en S: on nomme *Abſides*, le point le plus éloigné & le point le plus voiſin de ce foyer S; *Abſide ſupérieure*, le point le plus éloigné T; *Abſide inférieure*, le point le plus voiſin E; *Ligne des Abſides*, le grand axe qui aboutit à ces deux points ou à ces deux Abſides; *moyenne Diſtance*, le point C ou G, également éloigné & des deux Foyers SR & des deux Abſides TE.

1176. REMARQUE. I°. Il eſt évident, par la conſtruction même de l'Ellipſe, que la ſomme de deux lignes quelconques, menées des Foyers à un Point quelconque de la circonférence, eſt toujours égale au grand axe: puiſque la ſomme de ces deux lignes eſt toujours égale au Fil uniformément tendu.

Par conſéquent, CR+CS=TE: de même, DR+DS=TE ou RSC: de même encore, RIS=TE=RDS.

II°. Il eſt évident encore, par la conſtruction de l'Ellipſe, que la différence entre le grand Axe TE & le petit Axe CG, peut varier à l'infini: ſelon que l'on prendra les Foyers R & S, à une plus ou moins grande diſtance l'un de l'autre: l'excentricité peut également & conſéquemment varier à l'infini.

L'excentricité eſt peu conſidérable dans l'Ellipſe que

décrivent les Planetes autour du Soleil : elle eſt immenſe dans l'Ellipſe que décrivent les Cometes, autour du même Soleil.

### *LEUR RÉVOLUTION DIURNE.*

1177. OBSERVATION. Les Planetes, ainſi que les Etoiles, ſemblent faire chaque jour, une révolution autour de la Terre, d'orient en occident, dans un Cercle parallele à l'Equateur; avec cette double différence, (*Fig.* 2):

I°. Que le Parallele SRS ou NKN où une Etoile quelconque fait ſa révolution diurne, eſt ſenſiblement le même pendant un très-long tems: au lieu que le Parallele où une Planete quelconque fait ſa révolution diurne, change très-ſenſiblement en peu de jours: ce Parallele ſe trouvant tantôt confondu avec l'équateur, tantôt plus ou moins en-deçà ou en-delà de l'équateur.

II°. Que les Etoiles mettent un tems uniforme & toujours ſenſiblement égal à faire leur révolution diurne: au lieu que les Planetes mettent tantôt autant de tems, tantôt plus & tantôt moins de tems que les Etoiles, à faire leur révolution diurne.

### *LEUR RÉVOLUTION ANNUELLE.*

1178. OBSERVATION. Outre leur Mouvement diurne qui n'eſt qu'apparent, les Planetes principales ont un *Mouvement réel & permanant*, tantôt un peu plus & tantôt un peu moins rapide; qui les emporte perſévéramment d'occident en orient, ſelon l'ordre des Signes, autour du Soleil & dans le plan du Zodiaque.

En vertu de ce Mouvement réel & permanant, le centre de chaque Planete principale, décrit autour du Soleil, dans l'enceinte du Zodiaque, une *Courbe à part*, une Courbe rentrante ſur elle-même, une Courbe

qui ne peut être qu'un cercle ou une ellipſe, mais qui n'eſt point un cercle. (*Fig.* 4 & 2).

I°. On nomme *Révolution annuelle d'une Planete*, la Courbe que ſon centre, vu du Soleil immobile, décrit dans le plan du Zodiaque : à compter du point de cette Courbe où la Planete, vue du Soleil, répond à telle Etoile quelconque, juſqu'au retour de la Planete dans le même point de ſa Courbe, ou à la même Etoile.

Cette révolution répond, dans ce qui concerne la Terre, à la révolution ſydérale, qu'il eſt aiſé de réduire, ſi l'on veut, à la révolution tropique. (1137).

II°. On nomme *Tems périodique d'une Planete*, le tems qu'elle emploie à faire ſa révolution annuelle autour du Soleil : à compter d'un point déterminé de ſa Courbe, juſqu'au retour au même point. Cette Courbe, où le centre de la Planete fait ſon trajet, ſe nomme *Trajectoire.*

Les Tems périodiques ſont conſtans & toujours les mêmes pour chaque Planete iſolée : mais ils ſont différens pour les différentes Planetes ; comme nous le marquerons bientôt.

III°. Les *ſix ou ſept Courbes* des Planetes principales, vues de la Terre ou du Soleil, ſont toutes renfermées dans les limites du Zodiaque. Mais il n'y a que l'Ecliptique, ou la Courbe de la Terre, qui ſoit parallele au Zodiaque ; qu'elle diviſe dans toute ſa circonvolution, en deux parties égales. (1125).

Toutes les autres, celles de Mercure, de Venus, de Mars, de Jupiter, de Saturne, coupent obliquement l'Ecliptique en deux parties égales, ſous différens angles que nous déterminerons bientôt.

IV°. On nomme *Nœuds d'une Planete*, les deux Points où ſa Courbe coupe l'Ecliptique ; *Nœud aſcendant*, le point de l'écliptique où la Planete paſſe de la latitude auſtrale à la latitude boréale ; *Nœud*

*deſcendant*, le point de l'écliptique où la Planete paſſe de la latitude boréale à la latitude auſtrale. Dans les Nœuds, la planete eſt ſans aucune latitude. (1152).

### *LEUR TEMS PÉRIODIQUE ET LEUR MOYENNE VITESSE.*

1179. OBSERVATION. I°. Le *Tems périodique* de chaque Planete, eſt plus ou moins long : ſelon que la Planete eſt plus ou moins éloignée du Soleil, centre de ſon Mouvement réel & permanant. (*Fig.* 4).

Voici, ſelon l'Abbé de la Caille, le Tems périodique de chaque Planete ; ou le nombre de jours, d'heures, de minutes, de ſecondes, qu'elle emploie à parcourir en entier ſa Courbe ou ſa Trajectoire ou ſon Orbite. (1137).

| *Planetes.* | *Jours.* | *Heures.* | *Minutes.* | *Secondes.* | Environ |
|---|---|---|---|---|---|
| Mercure. . | 87 . . . | 23 . . . | 15 . . . . | 30 = | 3 *mois.* |
| Vénus . . | 224 . . . | 16 . . . | 48 . . . . | 20 = | 8 $+\frac{1}{3}$ *mois.* |
| La Terre . | 356 . . . | 6 . . . | 8 . . . . | 58 = | 1 *an.* |
| Mars . . . | 686 . . . | 23 . . . | 30 . . . . | 30 = | 2 *ans.* |
| Jupiter . . | 4332 . . . | 12 . . . . . | | = | 12 *ans.* |
| Saturne . | 10759 . . . | 8 . . . . . | | = | 30 *ans.* |

II°. La *Viteſſe réelle & abſolue* de chaque Planete dans ſon Orbite particuliere, varie d'un jour à l'autre, d'une petite quantité réguliérement croiſſante & décroiſſante dans chaque révolution autour du Soleil. Nous aſſignerons ailleurs la Cauſe phyſique de ce phénomene. (1275).

Cette Vîteſſe réelle & abſolue de chaque Planete, eſt dans ſa moyenne grandeur, entre les Aphélies & les Périhélies ; & c'eſt ce que l'on nomme la *moyenne Viteſſe des Planetes.*

En général, la *moyenne Viteſſe d'une Planete*, eſt celle qu'il lui faudroit pour parcourir ſa Courbe entiere avec un mouvement uniforme, dans la durée de ſon Tems périodique.

Cette moyenne Vîteſſe réelle & abſolue des différentes Planetes, ou la quantité d'eſpace réel qu'elles parcourent dans un même tems, par exemple, dans un jour, eſt plus grande dans les Planetes moins éloignées du Soleil; plus petite dans les Planetes plus éloignées du Soleil.

Il réſulte des Obſervations & des Inductions aſtronomiques, que *cette moyenne Vîteſſe des différentes Planetes, eſt en raiſon inverſe des Racines quarrées de leurs moyennes diſtances du Soleil*: par exemple, que le nombre de lieues que parcourt Mercure en un jour, eſt au nombre de lieues que parcourt Mars en un jour; comme la racine quarrée de la moyenne diſtance de Mars au Soleil, eſt à la racine quarrée de la moyenne diſtance de Mercure au Soleil.

On voit ici ſelon quelle *ſinguliere Proportion* Mercure va plus vîte que Vénus; Vénus, plus vîte que la Terre; la Terre, plus vîte que Mars; Mars, plus vîte que Jupiter; Jupiter, plus vîte que Saturne; & Saturne, plus vîte que la Planete de Herſchel.

1179. II°. REMARQUE. En ſuppoſant que les Planetes, dans leurs Diſtances moyennes, ſe meuvent dans *un Cercle* dont le diametre ſoit le double de leur *moyenne Diſtance*, telle que nous la marquerons bientôt (1187): on pourra aiſément trouver leurs Vîteſſes réelles & abſolues, & comparer entre elles ces Vîteſſes. (*Fig.* 4).

I°. Etant donnée leur diſtance moyenne, en tel nombre de nos lieues communes: le double de cette diſtance moyenne, ſera le diametre de leur Cercle qui en donnera la circonférence.

II°. En diviſant cette circonférence par le nombre de jours qui forme leur Tems périodique; on aura le nombre de nos lieues communes qu'elles parcourent chacune en un jour dans leur Orbite, dans le

tems où elles ſont dans leurs moyennes Diſtances du Soleil. (*Math.* 480).

III°. Les Tems périodiques étant pris ſimplement en nombres ronds & en jours, tels que l'on vient de les voir marqués : on aura comme on le voit ici, la *Viteſſe moyenne* de chaque Planete en particulier ; ou le nombre de nos lieues communes qu'elle parcourt dans ſon Orbite plus ou moins grande, en un jour ou en vingt-quatre heures, dans ſa moyenne diſtance du Soleil.

| *Grandeur de la Viteſſe moyenne :* | *En Lieues communes, parcourues en un jour.* |
|---|---|
| De Mercure . . . . . | 939,600. |
| De Vénus . . . . . | 687,060. |
| De la Terre . . . . . | 585,521. |
| De Mars . . . . . | 472,909. |
| De Jupiter . . . . . | 256,437. |
| De Saturne . . . . . | 188,314. |
| De la Planete de Herſchel . . | 134,797. |

IV°. On ſuppoſe ici, au ſujet de cette derniere Planete, que ſa révolution périodique eſt d'environ quatre-vingt-trois ans ; & ſa moyenne diſtance du Soleil, d'environ ſix cens cinquante millions de nos lieues communes : ainſi que l'on commence à les déduire l'une & l'autre, des obſervations aſtronomiques dont cette Planete a été l'objet depuis qu'elle a été découverte en 1781, & qui n'ont peut-être pas encore une préciſion complettement ſuffiſante.

V°. Dans ce tableau des Viteſſes moyennes, on voit que la *moyenne Viteſſe de la Planete de Herſchel*, eſt près de ſept fois plus petite que celle de Mercure ; & près de quatre fois plus petite que celle de la Terre :

Que la *moyenne viteſſe de Mercure*, eſt plus d'une fois & demi plus grande que celle de la Terre ; plus

de trois fois & demi plus grande que celle de Jupiter ; & ainſi du reſte.

### *INCLINAISON DE LEURS ORBITES SUR LE PLAN DE L'ECLIPTIQUE.*

1180. OBSERVATION. L'*Orbite* ou la *Trajectoire* de chaque Planete, eſt diverſement inclinée ſur le Plan de l'Ecliptique : elle coupe l'Ecliptique ſous différens angles, que nous allons marquer ici d'après l'Abbé de la Caille.

L'orbite de Mercure eſt la plus inclinée ; l'orbite de Jupiter eſt la moins inclinée, ſur le plan de l'Ecliptique.

Le plan de toutes les Orbites, paſſe par le centre du Soleil, centre commun de toutes les révolutions périodiques.

| *Orbites :* | *Inclinaiſon.* | | |
|---|---|---|---|
| De Saturne | 2 *Degrés.* | 30 *Minutes.* | 36 *Secondes.* |
| De Jupiter | 1 | 19 | 30. |
| De Mars | 1 | 50 ½ | 54. |
| De la Terre | 0 | 0 | 0. |
| De Vénus | 3 | 23 | 20. |
| De Mercure | 7 | 0 | 0. |

### *LEUR MOUVEMENT DE ROTATION.*

1181. OBSERVATION. Les Planetes principales ont, ainſi que la Terre, deux mouvemens réels & permanans ; un *Mouvement de révolution* autour du Soleil, & un *Mouvement de rotation* autour de leur propre centre.

Le Soleil lui-même, qui n'a point de Mouvement ſenſible de révolution, a un *Mouvement de rotation*, par lequel il tourne ſur lui-même en 25 jours & demi. Ce mouvement de rotation nous eſt manifeſté dans le Soleil & dans les Planettes, par les *Taches*

que l'on y obſerve, & dont on y ſuit la marche. Par exemple, (*Fig.* 4):

I°. Si on examine attentivement les Planetes les plus viſibles, avec d'excellens Téleſcopes; on remarquera dans leur ſurface, des Parties ou des Plages plus obſcures, que l'on appelle *Taches*: on verra ces Taches changer de place; paſſer d'un bord de la Planete à l'autre bord; ſe cacher derriere elle; reparoître enſuite au premier bord; & garder toujours leur même poſition ſur la Planete.

D'où l'on conclura que ces Taches ſont adhérentes au corps de la Planete: qui a en même tems, ainſi que la Terre, *deux Mouvemens réels & permanans*, l'un plus court, par lequel elle tourne autour d'elle-même; l'autre plus long, par lequel elle tourne autour du Soleil.

Le premier forme le *Jour de la Planete*; ou la durée du tems où paroît ſe faire une révolution du Ciel, à un Obſervateur placé ſur la ſurface de la planete.

Le ſecond forme l'*Année de la Planete*; ou la durée du tems où le Soleil, immobile au centre du Monde planétaire, paroît au même Obſervateur, faire une révolution dans le Zodiaque autour de la Planete: c'eſt le Tems périodique de cette Planete. (931 & 932).

II°. Quant à la *nature de ces Taches*: il eſt évident qu'elles ne peuvent être autre choſe, que des parties de la ſurface de la Planete, moins propres à réfléchir la lumiere du Soleil.

Par exemple, il eſt facile de concevoir que la *Terre, vue de la Lune*, devroit nous paroître couverte de Taches diſpoſées les unes à l'égard des autres, à peu près comme nous voyons deſſinées ſur un Globe terreſtre artificiel, les différentes parties de la Surface terreſtre: que les Mers, abſorbant preſque toute la lumiere du Soleil, nous paroîtroient

comme de grandes Plages obſcures ; les petites Iſles & les Rochers nuds & ſaillans qui y ſont répandus, comme des Points brillans ; les grands Continens, comme de *grands Eſpaces clairs*, parſemés de Points obſcurs, dans les endroits couverts de lacs ou de forêts ; & de points ou de lieux plus lumineux, dans les endroits où ſe trouvent des terres blanches, des rochers arides, des montagnes couvertes de neige.

Ces Taches, vues de la Lune, nous paroîtroient faire une révolution autour de la Terre, préciſément dans le même tems où la Terre fait une révolution ſur elle-même autour de ſon Axe.

III°. Le Soleil a ſes Taches, ainſi que les Planetes ; & ces *Taches ſolaires* ont une révolution ſucceſſive & permanante autour de cet Aſtre, laquelle s'acheve en vingt-cinq jours & demi, ſelon l'Abbé de la Caille ; en vingt-cinq jours quatorze heures & huit minutes, ſelon quelques autres Aſtronomes. C'eſt le tems qu'emploie le Soleil à tourner ſur lui-même ; comme la Terre tourne ſur elle-même en un jour.

Selon les obſervations de l'Abbé de la Caille, le Mouvement de rotation dure :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dans le Soleil | 25 *Jours* | 12 *Heures* | 0 *Minutes* | 0 *Secondes.* |
| Dans Jupiter . . . . . | 9 . . . | 56 . . . . | 0 | |
| Dans Mars . . . . . | 24 . . . | 40 . . . . | 0 | |
| Dans la Terre . . . . | 23 . . . | 56 . . . . | 4 | |
| Dans Vénus . . . . . | 23 . . . | 20 . . . . | 0 | |
| Dans la Lune | 27 . . . | 7 . . . | 43 . . . . | 5 |

IV°. L'éloignement de Saturne & la foibleſſe de ſa lumiere, la petiteſſe de Mercure & ſa grande proximité du Soleil, ont empêché d'y reconnoître des Taches ; & par conſéquent, de déterminer le tems de leur rotation.

Cependant on peut juger par Analogie, que ces deux Planetes tournent ſur leur axe, comme les autres,

1182. COROLLAIRE. *Le Soleil & les Planetes doivent être plus ou moins applatis vers leurs Poles, plus ou moins renflés vers leur Équateur.*

EXPLICATION. Dans le Soleil & dans les Planetes, les *Poles* ſont les deux points de leur ſurface, autour deſquels ſe fait leur Rotation, ou la révolution de toute leur ſurface : l'*Axe* eſt une ligne droite menée par les poles & par le centre : l'*Equateur* eſt un cercle perpendiculaire à l'Axe & qui paſſe par le centre. (494).

I°. Le Soleil & les Planetes ayant un mouvement de Rotation autour de leur axe, comme la Terre ; il eſt clair qu'ils doivent être, de même que la Terre, applatis vers leurs poles & renflés vers leur équateur : puiſqu'ils ont en eux-mêmes, dans un degré plus ou moins grand, la même Cauſe qui produit cet applatiſſement des poles & ce renflement de l'équateur dans la Terre ; ſavoir, une Révolution autour de leur axe. (255 & 1373).

II°. Dans Jupiter, la plus grande des Planetes, & celle où le mouvement de rotation eſt le plus rapide, cet applatiſſement des poles & ce renflement de l'équateur, ſont très-ſenſibles. Selon les obſervations les plus exactes, le diametre de ſon équateur eſt plus grand d'un douzieme, que l'axe qui paſſe par ſes poles.

Dans les autres Planetes, l'applatiſſement n'eſt point ſenſible : comme l'applatiſſement de la Terre ne ſeroit point ſenſible, ſi des Planetes on obſervoit la Terre.

### *LEURS DIRECTIONS, LEURS STATIONS, LEURS RÉTROGRADATIONS.*

1183. OBSERVATION. Toutes les Planetes ont un *Mouvement réel & permanant* autour du Soleil, d'occident

d'occident en orient, en vertu duquel elles parcourent le Zodiaque, Saturne en trente ans, Jupiter en douze ans, Mars en deux ans, la Terre ou le Soleil en un an, Vénus en huit mois & un tiers, Mercure en trois mois. (1179).

Si la Terre, immobile au centre de l'Univers, étoit le centre de toutes ces révolutions : tandis que le Soleil parcourt chaque jour environ un degré de l'Ecliptique, Saturne devroit parcourir chaque jour un trentieme de degré dans le zodiaque; Jupiter un douzieme de degré; Mars, un demi-degré; Vénus, un degré & demi; Mercure, quatre degrés. (*Fig.* 2 & 4).

Mais la chose n'est point ainsi. Les Planetes ne paroissent pas avancer constamment & persévéramment dans le Zodiaque, selon l'ordre des Signes, comme l'exige leur révolution périodique. Pendant un tems, elles semblent avancer dans le Zodiaque, plus que n'exige leur mouvement : pendant un autre tems, elles semblent n'avancer, ni ne reculer : pendant un autre tems elles paroissent rétrograder ou se mouvoir dans le Zodiaque en un sens contraire à leur révolution périodique. Par exemple, si pendant deux ans consécutifs, on observe chaque jour le *passage de Mars par un même Méridien*, dont il devroit s'éloigner chaque jour en avançant de plus en plus vers l'orient, on trouvera ce qui suit.

I°. Pendant un tems, Mars & telle Etoile reviennent chaque jour ensemble au Méridien. Dans ce cas, *la Planete est stationnaire*; parce qu'elle semble ne point avancer & ne point reculer dans le zodiaque.

Son mouvement de révolution annuelle autour du zodiaque, selon l'ordre des Signes, d'occident en orient, paroît suspendu pendant un certain nombre de jours.

II°. Pendant un autre tems, quelques jours après le tems des Stations, Mars arrive chaque jour au Mé-

ridien, plus tôt & en moins de tems que telle Etoile.

Dans ce cas, *la Planete eſt rétrograde :* parce qu'elle ſemble avoir un mouvement oppoſé à celui de ſa révolution annuelle, un mouvement qui l'emporte chaque jour de plus en plus vers l'occident & contre l'ordre des Signes dans la région du zodiaque.

III°. Pendant un autre tems, ſix ou ſept mois après le tems des Stations, Mars & telle étoile à laquelle il paroît répondre dans le Ciel, n'arrivent point enſemble au Méridien : Mars met chaque jour plus de tems que l'Etoile, à arriver au Méridien.

Dans ce cas, *la Planete eſt directe :* parce qu'elle avance chaque jour dans le zodiaque, ſelon l'ordre des Signes, d'occident en orient, autant que l'exige ou plus que ne l'exige ſon mouvement de révolution annuelle autour du zodiaque. Son mouvement de révolution annuelle, au lieu d'être ſuſpendu comme auparavant, paroît notablement augmenté au-delà de ſon exigence.

IV°. On obſervera les mêmes Stations, les mêmes Rétrogradations, les mêmes Directions, dans Saturne, dans Jupiter, dans Venus & dans Mercure : avec certaines différences dont nous rendrons compte, quand nous expliquerons ce phénomene, qui eſt ſi abſurde dans l'hypotheſe de la Terre immobile, & qui eſt ſi ſimple & ſi naturel dans l'hypotheſe de la Terre-Planete. (1316).

### *Leur Périhélie et leur Aphélie.*

1184. Observation. Si les Planetes, dans leur révolution annuelle autour du Soleil, décrivoient un Cercle dont le Soleil occupât le Centre C : elles en ſeroient toujours & par-tout également éloignées ; elles n'auroient ni Aphélies, ni Périhélies. (*Fig.* 4).

Mais il eſt démontré par les Obſervations, qu'elles font leur révolutions dans *une Ellipſe*, dont le Soleil

occupe un Foyer F : elles doivent donc être tantôt périhélies, ou plus près du Soleil ; tantôt aphélies, ou plus loin du Soleil.

Soit l'Ellipſe TCEGT, décrite par la révolution annuelle de la Planete quelconque T, autour du Soleil S, qui occupe immobilement l'un des Foyers S de cette Ellipſe. Dans cette Courbe, (*Fig.* 23) :

I°. On nomme *Périhélie*, le point E ; où la Planete eſt dans ſa plus grande proximité du Soleil. Ainſi, la Planete eſt périhélie en E.

II°. On nomme *Aphélie*, le point T ; où la Planete eſt dans ſon plus grand éloignement du Soleil. Ainſi, la Planete eſt aphélie en T.

III°. On nomme *Excentricité d'une Planete*, la moitié de la différence qui ſe trouve entre la plus grande & la plus petite diſtance de la Planete au Soleil : différence meſurée par la partie du grand axe interceptée entre les deux foyers R & S. Par exemple, RO, ou SO, eſt l'excentricité de la Planete T.

1185. REMARQUE. On voit ici que *la diſtance d'une même Planete quelconque au Soleil, augmente ou diminue ſans ceſſe, pendant toute la durée de ſa révolution périodique autour de cet Aſtre* : lequel ſe trouve toujours placé dans le Plan, mais hors du Centre de la Courbe elliptique, dans un des Foyers S. (*Fig.* 23).

I°. Cette diſtance diminue, depuis l'aphélie T, juſqu'au périhélie E : elle augmente, depuis le périhélie juſqu'à l'aphélie : elle eſt dans ſa moyenne grandeur en C & en G, à égale diſtance de l'aphélie & du périhélie.

Ainſi, la plus grande diſtance de la Planete T, eſt en T dans ſon aphélie : ſa plus petite diſtance eſt en E dans ſon périhélie : ſa *Diſtance moyenne* eſt en G.

II°. Dans chaque révolution périodique, la Planete eſt deux fois dans ſa Diſtance moyenne CO ou

GO ; laquelle eſt égale à la moitié du grand axe AOE.

Quand on parle des diſtances des Planetes au Soleil, il faut toujours entendre les *Diſtances moyennes*: à moins que l'on ne déſigne expreſſément la grande ou la petite diſtance.

### *LEURS MOYENNES DISTANCES.*

1186. OBSERVATION. Les *ſix Ellipſes* des Planetes principales, ſans être paralleles entr'elles, vont toutes dans le même ſens, d'occident en orient, dans le *Plan du Zodiaque*, autour du Soleil qui ſe trouve immobilement placé dans le plan de chaque Ellipſe & dans un Foyer commun à chaque Ellipſe. (*Fig.* 4 & 23).

I°. Parmi ces Courbes elliptiques, toutes placées à différentes diſtances du Soleil, les unes ont plus & les autres ont moins d'excentricité : les unes s'éloignent plus & les autres s'éloignent moins de la figure circulaire. Par exemple, (*Fig.* 23) :

La *Courbe de Vénus*, a très-peu d'excentricité : ſon grand axe TE differe peu de ſon petit axe CG.

La *Courbe de Mercure*, au contraire, a proportionnellement beaucoup plus d'excentricité : ſon grand axe TE differe notablement de ſon petit axe CG.

La Courbe de Vénus approche plus du Cercle : la Courbe de Mercure, plus applatie d'un côté & plus alongée de l'autre, s'en éloigne davantage.

II°. Voici, d'après l'Abbé de la Caille, les *dimenſions des ſix Ellipſes des Planetes*, comparées au grand axe de l'Ellipſe que décrit la Terre, & que l'on ſuppoſe de 20000 parties égales d'une grandeur quelconque. Dans la Table ici tracée, l'Ellipſe de la ſeptieme Planete récemment découverte par Herſchel, ſera omiſe à deſſein ; comme n'étant peut-être pas encore connue avec une ſuffiſante préciſion.

| Dimenſions de l'Orbite, | Grand Axe. | Petit Axe. | Excentricité. | Diſtance moyenne. |
|---|---|---|---|---|
| De Mercure. | 7742 | 7570 | 710 | 3872 |
| De Vénus. | 14466 | 14465 | 52 | 7233 |
| De la Terre. | 20000 | 19997 | 168 | 10000 |
| De Mars. | 30474 | 30342 | 1413 | 15203 |
| De Jupiter. | 104020 | 103899 | 2505 | 51980 |
| De Saturne. | 190758 | 190448 | 5430 | 95302 |

1187. REMARQUE I. Par le moyen de la Paralaxe du Soleil, on a trouvé d'abord la diſtance de cet Aſtre à la Terre : après quoi, par la ſeconde Loi de Kepler, on a trouvé & déterminé la diſtance de toutes les autres Planetes au Soleil. (1221 & 1263).

Delà, les connoiſſances que nous avons ſur les diſtances des Planetes au Soleil, centre commun de toutes leurs révolutions périodiques. (*Fig.* 4).

I°. On exprime communément en parties proportionnelles, les *dimenſions des ſix Orbites des Planetes :* ſoit pour ſimplifier les calculs, ſoit parce que l'on n'a pas avec une parfaite préciſion, la diſtance abſolue de la Terre au Soleil ; diſtance qui doit ſervir de terme de comparaiſon pour toutes les autres diſtances.

II°. Quand on a les dimenſions des ſix Orbites des Planetes, *en parties proportionnelles*, telles qu'on vient de les aſſigner : il eſt facile d'avoir ces mêmes dimenſions, *en parties abſolues*, par exemple, en lieues communes de France, qui ſont de 2287 toiſes chacune.

Car, par le moyen de la Paralaxe du Soleil, on trouve la *diſtance moyenne de la Terre au Soleil :* diſtance qui eſt d'environ 34 Millions de nos lieues communes ; & qui priſe deux fois, eſt égale au grand axe de l'Orbite terreſtre. Ce grand axe de l'Orbite terreſtre, lequel ſert de meſure commune ou de terme de comparaiſon pour toutes les Orbites des Planetes, eſt

donc d'environ soixante-huit millions de nos lieues communes. (1221).

III°. Comme dans la *Proportion donnée*, ce grand Axe de l'Orbite terreſtre, eſt ſuppoſé de vingt mille parties : pour avoir la valeur abſolue de chacune de ces vingt mille parties, il faut diviſer 68000000 lieues communes, par 20000 : on aura pour quotient 3400 lieues communes. Chacune de ces vingt mille parties du grand Axe terreſtre, vaut donc environ trois mille quatre cens de nos lieues communes.

On pourra donc déterminer à peu près, de combien de lieues eſt la *Diſtance moyenne* de chaque Planete au Soleil : en multipliant cette moyenne diſtance donnée en parties proportionnelles, par 3400 lieues : comme on le voit ici en nombres ronds.

| *Diſtance moyenne.* | *En Parties proportionnelles.* | *En Lieues communes.* |
|---|---|---|
| De Mercure . | = 3,872 . . | 13,154,400. |
| De Vénus . . | = 7,233 . . | 24,592,200. |
| De la Terre . . | =10,000 . . | 34,000,000. |
| De Mars . . . | =15,202 . . | 51,686,800. |
| De Jupiter . . | =51,980 . . | 176,732,000. |
| De Saturne . . | =93,302 . . | 314,626,800. |
| De la Planete de Herſchel . . . | | 650,000,000. |

IV°. Quand on a la *Diſtance moyenne* d'une Planete, avec ſon excentricité : il eſt aiſé de trouver & ſa plus grande & ſa plus petite diſtance. (*Fig.* 23).

Car la diſtance moyenne CS ou GS eſt égale à la moitié du grand axe TOE. La diſtance moyenne eſt donc égale à EO ou à TO : donc la *petite Diſtance* eſt égale à la diſtance moyenne, moins l'excentricité SO : donc la *grande Diſtance* eſt égale à la diſtance moyenne, plus l'excentricité RO.

Donc pour avoir la grande diſtance, il faut ajouter l'excentricité à la diſtance moyenne ; & pour avoir la petite diſtance, il faut retrancher l'excentricité de la diſtance moyenne.

1188. REMARQUE II. Comme ces *Distances moyennes* des Planetes au Soleil, reviennent assez fréquemment dans les Calculs : il est à propos de les réduire à de moindres termes, en les divisant toutes proportionnellement par mille.

Dans ce cas, on trouvera un *nouveau Rapport* de ces Distances entre elles ; ou le même Rapport exprimé en moins de chiffres, que dans la Remarque précédente.

| *Distances moyennes.* | *Leurs Rapports.* |
|---|---|
| De Mercure | = 3 + $\frac{4}{5}$ & un peu plus. |
| De Vénus | = 7 + $\frac{2}{5}$ & un peu plus. |
| De la Terre | = 10. |
| De Mars | = 15 + $\frac{2}{5}$ environ. |
| De Jupiter | = 52 & un peu moins. |
| De Saturne | = 95 + $\frac{1}{3}$ & un peu plus. |

*LEUR APOGÉE ET LEUR PÉRIGÉE.*

1189. OBSERVATION. Autour du Soleil immobile dans un Foyer commun à toutes les Orbites elliptiques, roulent, d'occident en orient, dans le Plan du Zodiaque & selon l'ordre des Signes, sept Globes opaques, (*Fig.* 4) :

Savoir, d'abord *Mercure*, dans l'ellipse *mam* : plus loin du Soleil, *Vénus*, dans l'ellipse VXV ; plus loin encore du Soleil, la *Terre* avec sa Lune, dans l'ellipse TBDA ; toujours plus loin du Soleil, *Mars*, dans l'ellipse MNM ; plus loin encore du Soleil, *Jupiter* avec ses quatre Satellites, dans l'ellipse IKI ; toujours plus loin du Soleil, *Saturne* avec ses cinq Satellites, dans l'ellipse SZS ; & enfin, beaucoup plus loin encore du Soleil, la Planete de Herschel.

Comme la Terre met moins de tems que les Planetes plus éloignées & plus de tems que les planetes moins éloignées du Soleil, à faire sa révolution périodique autour de cet Astre : il s'ensuit qu'elle doit

tantôt s'approcher & tantôt s'éloigner de ces différentes Planetes, qui deviennent par-là tour à tour, périgées & apogées. (*).

I°. *Une Planete eſt périgée :* quand elle eſt dans ſa plus grande proximité de la Terre. Par exemple, quand Saturne eſt en S & la Tere en T : Saturne eſt périgée. De même ſi la Terre étant en T, Mercure ſe trouve en *a* : Mercure ſera périgée. De même encore, quand la Terre ſera en A & Vénus en X : Vénus ſera périgée.

II°. *Une Planete eſt apogée :* quand elle eſt dans ſon plus grand éloignement de la Terre. Par exemple, la Terre étant en D & Saturne en S : Saturne ſera apogée en S, tandis que Jupiter ſera périgée en J.

III°. En ſuppoſant que les points F & *f* ſoient les Foyers des Ellipſes, & que le Soleil ſoit placé en F hors du centre C de toutes les Ellipſes : *le Soleil ſera périgée*, quand la Terre ſera en T : *le Soleil ſera apogée*, quand la Terre ſera en D.

Les périgées & les apogées du Soleil, arrivent préciſément dans les mêmes points où la Terre eſt périhélie ou aphélie ; c'eſt-à-dire, quand elle eſt dans l'Abſide inférieure T & dans l'Abſide ſupérieure D de ſa Courbe elliptique. (1175).

*LEUR GRANDEUR ABSOLUE ET RESPECTIVE.*

1190. OBSERVATION. Les Planetes different entre elles en groſſeur. Mercure eſt la plus petite & Jupiter la plus grande de toutes les Planetes principales : la Terre & Vénus ſont à peu près égales. On ſait que pour connoître la ſurface & la ſolidité d'une Sphere, & par la même d'un Globe céleſte quelconque, il ſuffit de connoître ſon diametre. (*Math.* 577 & 605).

(*) ETYMOLOGIE. Périhélie, Périgée : de περὶ, *propè : circùm ;* de ἥλιος, *Sol ;* & de γῆ, *Terra.*

Aphélie, Apogée : de ἀπὸ, *longè ab ;* & de ἥλιος & γῆ, *Sol & Terra.*

I°. Nous verrons ailleurs comment on a pu venir à bout de meſurer les *Diametres des différentes Planetes.* (1226).

En attendant, voici en gros & à peu près, les rapports de ces Diametres, tels que les donnent en nombres ronds les Obſervations aſtronomiques.

On ſuppoſe le *diametre du Soleil*, qui ſert de terme de comparaiſon, diviſé en 320 parties égales, dont chacune équivaut à peu près, à un tiers du grand diametre de la Terre, ou à environ mille de nos lieues communes.

| | *En Parties égales.* | *En Lieues.* |
|---|---|---|
| Le diametre du Soleil . . | = 320 . . | = 320000. |
| Le diametre de Mercure . | = 1 . . . | = 1000. |
| Le diametre de Vénus . | = 3 . . . | = 3000. |
| Le diametre de la Terre . | = 3 . . . | = 3000. |
| *Le diametre de la Lune* . | = $\frac{3}{12}$ ou $\frac{1}{4}$ = | 750. |
| Le diametre de Mars . . . | = $1+\frac{13}{17}$ . = | 1664. |
| Le diametre de Jupiter . | = $33+\frac{1}{3}$. = | 33333. |
| Le diametre de Saturne . | = $27+\frac{1}{4}$. = | 27250. |

II°. Si on compare maintenant entre elles, les *Solidités de ces différens Globes*; en prenant le Globe terreſtre pour terme de comparaiſon, & en ſuppoſant le volume de ce Globe = 1 : on trouvera les rapports ſuivans, qui ſans être rigoureuſement exacts en tout point, ont à peu près toute la préciſion que l'on peut attendre & deſirer en ce genre. Ce ſont les rapports des *Cubes des diametres* : rapports qui ne ſont ſuſceptibles d'aucune erreur, à l'exception de celle qui pourroit ſe trouver dans les diametres donnés. (*Math.* 622).

Ainſi, en élevant ces Diametres à leurs cubes, & en diviſant ces Cubes par 27, pour réduire *le Cube 27 de la Terre*, à l'unité : on aura les rapports ſuivans. On conçoit que nous n'entendons ici par *Solidité*, qu'un Volume de matiere, déterminé dans ſes

trois dimenſions ; en faiſant pleinement abſtraction de la denſité de ces divers Globes : denſité qui eſt vraiſemblablement différente dans chacun, & qu'il ne nous eſt pas donné de connoître.

| *Solidités :* | *Leurs Rapports.* |
|---|---|
| De la Terre | = 1. |
| De la Lune | = $\frac{1}{64}$. |
| De Mercure | = $\frac{1}{17}$. |
| De Vénus | = 1. |
| De Mars, environ | = $\frac{1}{3}$. |
| De Jupiter | = 1331. |
| De Saturne | = 734. |
| Du Soleil | = 1200000. |

### *Leur Opposition et leur Conjonction.*

1191. Observation. Deux Planetes, comme *Vénus & Jupiter*, vues de la Terre pendant leur révolution autour du Soleil, paroiſſent être ſucceſſivement dans différens points du Zodiaque : tantôt dans le même cercle de Latitude, mené d'un pole de l'Écliptique à l'autre ; & alors *elles ſont en Conjonction* : tantôt dans des cercles de Latitude, éloignés l'un de l'autre de cent quatre-vingt degrés de l'Écliptique ; & alors *elles ſont en Oppoſition* : tantôt dans des cercles de Latitude, éloignés l'un de l'autre de quatre-vingt-dix degrés ; & alors *elles ſont en Quadrature* : tantôt dans des cercles de Latitude, éloignés l'un de l'autre de plus ou de moins de 90 ou de 180 degrés ; & alors *elles ſont oppoſées de telle quantité*, par exemple, de 4 Signes & 13 degrés ; de 10 Signes 17 degrés 49 minutes & 24 ſecondes. (*Fig.* 7).

1°. On nomme *Conjonction*, l'Aſpect de deux Aſtres, qui vus de la Terre, répondent dans le Ciel à un même cercle de Latitude, ayant l'un & l'autre la même longitude (1551) : ſoit que ces deux Aſtres *n* & *k* ſoient vus dans le même point du Ciel ; ſoit

qu'ils ſoient vus dans des points du Ciel différens, l'un plus au nord & l'autre plus au midi.

II°. On nomme *Oppoſition*, l'aſpect de deux Aſtres *n* & *a*, vus dans la circonférence de deux cercles de Latitude, éloignés l'un de l'autre de cent quatre-vingt degrés de l'Ecliptique.

En général, l'Oppoſition & la Conjonction ſe nomment auſſi *Syzygies*; & on dit qu'un Aſtre eſt dans les Syzygies, quand il eſt en conjonction ou en oppoſition.

III°. On nomme *Quadrature*, l'aſpect de deux Aſtres *x* & S, que l'on voit dans deux cercles de Latitude, éloignés l'un de l'autre d'un quart *a* S de l'Ecliptique, ou de quatre-vingt-dix degrés.

Dans l'oppoſition, la Terre T eſt placée entre les deux Aſtres : dans la Conjonction, l'un des deux Aſtres, eſt placé entre la Terre & l'Aſtre plus éloignés : dans les Quadratures, deux Lignes menées du centre de la Terre aux deux Aſtres, forment un angle droit qui embraſſe dans le Ciel un arc de quatre-vingt-dix degrés. Par exemple, (*Fig.* 4) :

La Terre étant en T ; Saturne & Jupiter ſont en oppoſition ; le Soleil, Mercure, & Jupiter ſont en conjonction. Si la Terre étoit en B : Jupiter & Saturne ſeroient l'un & l'autre en quadrature.

1192. REMARQUE. Parmi les ſept Planetes principales, il y en quatre, Mars, Jupiter, Saturne, & la Planete de Herſchel, qui ſont toujours plus éloignées du Soleil, que la Terre ; ou dont l'Orbite embraſſe l'orbite de la Terre : on les nomme *Planetes ſupérieures*.

Il y en a deux, Vénus & Mercure, qui ſont toujours plus près du Soleil que la Terre ; ou dont l'orbite eſt embraſſée par l'orbite de la Terre : on les nomme *Planetes inférieures*.

Ces ſept Orbites ſont aſſez éloignées les unes des

autres, pour ne jamais ſe rencontrer : puiſque les plus voiſines ſont toujours éloignées l'une de l'autre, d'environ dix millions de nos lieues communes: (1187).

I°. Les *quatre Planetes ſupérieures* peuvent être & en conjonction & en oppoſition & en quadrature avec le Soleil : parce qu'elles font leur révolution autour de l'orbite de la Terre ; d'où elles ſont vues, tantôt dans le même cercle de latitude que le Soleil ; tantôt dans des cercles de latitude qui peuvent s'éloigner de celui qu'occupe le Soleil, juſqu'à trois cens ſoixante degrés, où elles reviendront en conjonction.

II°. Les *deux Planetes inférieures*, Vénus & Mercure, ont deux Conjonctions, & n'ont ni oppoſition ni quadrature.

Elles ſont en *Conjonction ſupérieure* avec le Soleil ; quand le Soleil eſt placé entre elles & la Terre. Elles ſont en *Conjonction inférieure* avec le Soleil ; quand elles ſont placées entre le Soleil & la Terre. (*Fig.* 4).

La Terre étant ſuppoſée en T ; Mercure ſera en Conjonction ſupérieure, en *m* ; & en conjonction inférieure, en *a*.

Les deux Planetes inférieures n'ont ni oppoſition, ni Quadrature, à l'égard du Soleil : parce que dans leur plus grande digreſſion du lieu où eſt vu le Soleil dans le Zodiaque, Mercure n'en paroît jamais éloigné, que d'environ vingt-huit degrés ; & Vénus, d'environ quarante-ſept degrés. On donne cependant le nom de Quadrature, à leur plus grande Digreſſion.

### *LEURS PHASES.*

1193. OBSERVATION. La Lune ſe montre à nous ſous différens aſpects ; tantôt illuminée dans tout ſon Diſque dirigé vers la Terre ; tantôt illuminée dans une ſimple partie plus ou moins grande de ce Diſque ; tantôt privée en plein de lumiere dans tout ce Diſque.

Ces différentes Apparences ont été nommées *Phaſes de la Lune.*

Ces mêmes apparences, ces mêmes alternatives de lumiere & d'obſcurité, ont lieu dans le Diſque des Planetes viſibles de la Terre : de là, le nom de *Phaſes des Planetes.*

I°. La Lune, la Terre, les différentes Planetes, vues du Soleil S, n'auroient point de phaſes : parce que leur partie éclairée, c'eſt-à-dire environ la moitié de leur ſurface, ſeroit toujours dirigée vers l'Obſervateur placé dans le Soleil. (*Fig.* 16).

II°. Mais un Obſervateur placé ſur la Terre T, doit voir des phaſes dans les Planetes : parce que la partie éclairée de la Lune ABCD, ou de Mercure MNPR, & ainſi du reſte, eſt tantôt expoſée en plein à l'œil de l'Obſervateur T; & tantôt dirigée dans un ſens qui la ſouſtrait en tout ou en partie à l'œil de l'obſervateur T.

Ces *Phaſes* ſont très-ſenſibles dans Vénus, dans Mars, dans Mercure; quand on les obſerve avec de bonnes Lunettes d'approche.

## ARTICLE TROISIEME.

### LES PLANETES EN PARTICULIER, ET IDÉE GÉNÉRALE DES COMETES.

APRÈS avoir obſervé les Planetes dans ce qu'elles ont de commun : il eſt important de les conſidérer dans ce qu'elles ont de particulier, dans ce qui les caractériſe.

A cette théorie particuliere des Planetes, nous joindrons la *théorie des Cometes*, qui ne different guere des Planetes, qu'en ce que leur Orbite elliptique, dans laquelle elles ſont perſévéramment leurs révo-

lutions périodiques autour du Soleil, centre commun de leurs mouvemens, eſt plus excentrique & autrement poſée dans le Ciel, que celle des Aſtres auxquels eſt ſpécialement affecté le nom de Planete.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### COUP-D'ŒIL PARTICULIER SUR LES DIFFÉRENTES PLANETES.

#### *LE SOLEIL, ET SES MOUVEMENS APPARENS.*

1194. OBSERVATION. LE *Soleil* eſt un Globe lumineux, gros environ douze cens mille fois comme la Terre. Quoiqu'il ſoit fixe & immobile au centre de notre Monde planétaire : nous allons le conſidérer d'abord *comme Planete*, comme Aſtre errant autour de la Terre & autour de l'Ecliptique, ainſi qu'il paroît l'être en effet.

Il ſera facile de paſſer de l'apparence à la réalité, dans les Phénomenes qui concernent cet Aſtre majeſtueux, image viſible de l'inviſible Divinité. (*Fig.* 10).

I°. Le Soleil S, immobile au centre du Monde planétaire, paroît faire chaque jour en vingt-quatre heures, une révolution autour de la Terre P, d'orient en occident : parce que dans ce même tems, la Terre fait une révolution d'occident en orient, autour de ſon axe DPB. (932).

II°. Le Soleil immobile en T, au centre du Monde planétaire, paroît faire en un an une révolution autour de l'Ecliptique R*a*N*n*R, d'occident en orient, ſelon l'ordre des Signes : parce que dans le même tems, la Terre fait réellement elle-même dans le même ſens, cette révolution R*a*N*n*R autour du Soleil dans le plan de l'Ecliptique. (*Fig.* 2).

Quand la Terre eſt en R, le Soleil T eſt vu en N. Quand la Terre a paſſé de R en *a*, en trois mois de tems : le Soleil T eſt vu en *n* ; & paroît avoir paſſé de N en *n*. Quand la Terre arrive en N : le Soleil paroît arriver en R. Quand la Terre paſſe de N en *n* : le Soleil T paroît paſſer de R en *a*. Quand la Terre acheve ſa révolution en R : le Soleil T paroît achever ſa révolution en N.

Ainſi le Soleil immobile en T, paroît faire une révolution autour de l'Ecliptique : parce que la Terre fait elle-même une révolution autour du Soleil dans le plan de l'écliptique. (931).

III°. En parcourant ou en paroiſſant parcourir le Zodiaque, le Soleil n'a pas une vîteſſe toujours égale & toujours uniforme : puiſqu'il met environ huit jours de plus à parcourir les ſix Signes ſeptentrionaux *a* N *n* ; ou huit jours de moins à parcourir les ſix ſignes méridionaux *n* R *a*.

La raiſon en eſt, que le Soleil n'eſt pas exactement au centre de l'Ecliptique ; & que la vîteſſe de la Terre dans l'Ecliptique, autour du Soleil T, n'eſt pas toujours égale & toujours uniforme.

Cette *vîteſſe de la Terre*, tantôt accélérée & tantôt ralentie, fait que le Mouvement apparent *du Soleil, immobile en T*, paroît s'accélérer & ſe ralentir alternativement dans la même proportion.

Ces mêmes Phénomenes, & les autres Phénomenes qui concernent le *Mouvement apparent du Soleil*, ſeront expliqués ailleurs dans le plus grand détail. Ce que nous venons d'en dire ici, eſt ſimplement deſtiné à préparer & à accoutumer les Eſprits, à paſſer de l'apparence à la réalité des Mouvemens, dans la théorie du Ciel.

## *MERCURE ET VÉNUS.*

1195. OBSERVATION. La Planete la plus petite

& la plus voiſine du Soleil, c'eſt *Mercure*, dont le Globe eſt environ vingt-ſept fois plus petit que la Terre. (*Fig.* 4).

I°. Mercure *m* eſt rarement viſible : parce qu'il eſt preſque toujours enveloppé dans la lumiere du Soleil, duquel, il ne s'écarte jamais à plus de vingt-ſept ou vingt-huit degrés. Sa révolution périodique eſt d'environ trois mois; & dans chaque révolution, il a *deux Conjonctions* : une conjonction ſupérieure, quand le Soleil eſt placé entre la Terre & lui; & une conjonction inférieure, quand il eſt placé entre la Terre & le Soleil.

II°. L'Orbite *mam* de Mercure, eſt une ellipſe dont le plan paſſe par le centre du Soleil placé dans un des Foyers F : cette Orbite coupe l'Ecliptique ſous un angle d'environ ſept degrés.

Mercure, dans ſa révolution périodique de trois mois, ſe trouve donc tantôt au nord de l'écliptique & tantôt au-midi de l'écliptique : embraſſant dans ſa révolution, preſque toute la largeur du Zodiaque.

Quand, dans ſes conjonctions inférieures *a*, il a moins de ſeize minutes de Latitude; il paroît paſſer ſur le diſque du Soleil, comme une *Tache ronde & fort noire* : ce qui démontre évidemment que c'eſt un corps opaque.

La même choſe arrive à Venus; quand, dans ſes conjonctions inférieures, elle eſt écartée du centre du Soleil, de moins de ſeize minutes de degré, qui meſurent le demi-diametre de cet Aſtre.

III°. Mercure a ſes Directions, ſes Stations, ſes Rétrogradations dans chaque révolution périodique. (1183).

Il eſt *rétrograde*, dans ſa Conjonction inférieure *a*; où il ſe trouve périgée. Il eſt *direct*, dans ſa conjonction ſupérieure *m*; où il ſe trouve apogée. Il eſt *ſtationnaire*, quelque tems après ſes rétrogradations.

La

La même choſe arrive à Vénus, qui eſt auſſi directe dans ſon apogée ; rétrograde, dans ſon périgée ; ſtationnaire, quelque tems après ſa rétrogradation. (1318).

IV°. Mercure paroît plus petit, quand il eſt périgée entre la Terre & le Soleil ; parce qu'alors ſa partie éclairée étant tournée vers le Soleil, il ne nous envoie que très-peu de lumiere.

Il paroît plus grand, quand il eſt apogée, & qu'il a plus de latitude, que le demi-diametre du Soleil n'a de largeur : parce qu'alors ſa partie éclairée ſe trouve tournée & dirigée vers la Terre, & ſe montre toute entiere à nos regards.

Il ſe montre en *forme de Croiſſant*, vers le milieu du tems qui ſépare ſes deux Conjonctions, comme la Lune dans ſes quadratures. La même choſe arrive auſſi à Vénus.

Comme Mercure eſt de deux tiers environ plus près du Soleil, que la Terre : il s'enſuit que la lumiere qu'il reçoit du Soleil, eſt environ neuf fois plus denſe, que celle qui éclaire & qui échauffe la Terre. (898).

V°. Entre Mercure & la Terre, eſt placée *Vénus*, la ſeconde Planete en allant du Soleil aux Etoiles.

Son volume eſt à peu près égal à celui de la Terre : ſa révolution VXV eſt d'environ huit mois & un tiers : ſa rotation, d'environ vingt-trois heures & un quart : ſon Orbite eſt la moins applatie de toutes.

### *LA TERRE ET SES TROIS MOUVEMENS RÉELS.*

1196. OBSERVATION. Le troiſieme Globe, en allant du Soleil vers les Etoiles, eſt la *Terre*, que l'on ne peut plus ſe diſpenſer de mettre au nombre des Planetes. Cette Planete, à peu près égale à Vénus en volume, environ vingt-ſept fois plus groſſe que Mercure, à peu près douze cens mille fois plus petite en

volume que le Soleil, captive autour d'elle & entraîne à ſa ſuite un Satellite, qui eſt la Lune. Tandis que la Terre fait une révolution autour du Soleil immobile; la *Lune* fait douze ou treize révolutions autour du centre de la Terre. (*Fig.* 4).

La Terre-Planete a *trois Mouvemens réels*; qui, par une foule d'illuſions optiques, paroiſſent donner dans le Ciel, & aux Etoiles immobiles, & aux Planetes mobiles, les mouvemens les plus biſarres & les plus abſurdes. (*Fig.* 10).

I°. La Terre a un *Mouvement de révolution diurne, d'occident en orient, autour de l'axe de l'Equateur & du Monde DPF:* mouvement conſtant & uniforme, qui s'acheve en vingt-trois heures cinquante-ſix minutes quatre ſecondes. (1181 & 1326).

Ce premier Mouvement de la Terre, ou cette révolution de toutes ſes parties & de tous ſes habitans autour de ſon Axe DPF, axe toujours ſenſiblement parallele à lui-même, d'un jour à l'autre, fait que tout le Ciel paroît tourner en un ſens oppoſé, d'orient en occident, autour de la Terre jugée immobile: c'eſt la Révolution diurne, ou le jour naturel. (932).

II°. La Terre a un *Mouvement de révolution annuelle d'occident en orient, dans le Plan de l'Ecliptique, autour du Soleil immobile au centre du Monde planétaire:* mouvement PQRTP qui s'acheve en 365 jours 6 heures 8 minutes 58 ſecondes.

Ce tranſport ou ce paſſage ſucceſſif de la Terre par tous les points d'une Courbe priſe dans le plan immobile de l'Ecliptique, à environ trente quatre millions de lieues du Soleil, fait que le Soleil paroît chaque jour en conjonction avec le point diamétralement oppoſé à celui où ſe trouve la Terre; ou que le Soleil, quoiqu'immobile en S, paroît parcourir l'Ecliptique toute entiere, dans le même tems que

l'écliptique eſt parcourue toute entiere par la Terre jugée immobile. (931).

Delà, la Révolution ſydérale du Soleil : delà, l'Année ſydérale ; année plus longue de quelques minutes, que l'Année tropique. (1137).

III°. La Terre a un *Mouvement de révolution rétrograde, d'orient en occident, autour de l'axe D T E de l'Ecliptique ;* ou autour d'un axe terreſtre *d T e*, toujours perpendiculaire au Plan fixe & immobile de l'Ecliptique F T G, (*Fig.* 6) :

Mouvement très-lent, qui ne produit une révolution entiere de toutes les parties de la Terre autour des deux Points terreſtres *d* & *e*, ou autour de l'axe terreſtre *d T e*, toujours parallele à l'axe de l'écliptique D T E, que dans une durée de 25740 ans.

En vertu de ce *Mouvement rétrograde*, en tout différent du mouvement diurne & du mouvement annuel ; chaque Point de la ſurface terreſtre, décrit ou parcourt autour de l'Axe *d T e*, d'orient en occident, en 25740 ans, la circonférence d'un Cercle parallele au Plan de l'Ecliptique.

Par exemple, en faiſant chaque jour ſa révolution diurne, d'occident en orient, autour de l'Axe terreſtre *p T m* toujours perpendiculaire à l'Equateur ; en faiſant chaque année ſa révolution annuelle autour du Soleil & de l'Ecliptique : le Point *a*, en 25740 ans, parcourt autour de l'Axe *d T e*, perpendiculaire au plan de l'Ecliptique, le Cercle *a c A g a*, parallele au plan de l'Ecliptique : rétrogradant chaque année, dans ce Cercle, d'orient en occident, d'environ 50 Secondes & 20 tierces de degré. (1131).

De même le Point *b* parcourt le Cercle *b f B h b*, parallele à l'Ecliptique. De même encore, les Poles terreſtres *p* & *m*, ou les deux Points autour deſquels ſe font toutes les révolutions diurnes, parcourent les deux Cercles *p q r s p* & *m n o k m*.

De ſorte que le Pole terreſtre *p*, qui répond maintenant dans le Ciel au Point P, ſera dans 12870 ans en *r*; & répondra à un autre Point du Ciel R, lequel ſera éloigné d'environ 47 degrés du point P qui eſt le Pole céleſte actuel. (*Fig.* 6).

Ce *troiſieme Mouvement de la Terre*, ou cette Révolution rétrograde de toutes ſes parties & de tous ſes habitans autour de l'axe de l'Ecliptique, ou d'un Axe terreſtre toujours parallele à l'axe de l'Ecliptique, fait que *tout le Firmament*, quoiqu'immobile en tout ſens dans toutes ſes parties, paroît tourner dans le même tems, en un ſens oppoſé, d'occident en orient, autour de l'axe & des poles de l'Ecliptique. (932).

Delà, le grand phénomene de la *Préceſſion des Equinoxes* (1531): phénomene qui ſemble déplacer bizarrement tout le Ciel; & qui n'eſt autre choſe qu'une *Illuſion optique*, produite par la révolution conique de l'Axe terreſtre *p T m*, autour des Poles de l'Ecliptique D & E.

Nous donnerons ailleurs un plus grand développement ſur ces *trois Mouvemens réels de la Terre*; & principalement ſur ce dernier, qui eſt un peu plus difficile à concevoir. (1327).

## *MARS, JUPITER, SATURNE.*

1197. OBSERVATION. Au-deſſus de l'orbite de la Terre, en allant du Soleil vers les Etoiles, ſe trouvent à différentes diſtances, les Orbites de Mars M, de Jupiter I, de Saturne S, & de la Planete de Herſchel, qui ſont les *quatre Planetes ſupérieures*, de différente groſſeur. (1190).

Ces Orbites, ainſi que celles de la Terre & des deux *Planetes inférieures*, ne ſont autre choſe que les différens Points de l'Eſpace infini, où paſſent les centres des différentes Planetes, dans leur Révolution.

périodique autour du Soleil. (*Fig.* 4).

Les quatre Planetes ſupérieures, ainſi que les deux Planetes inférieures, ont leurs *Directions*, leurs *Stations*, leurs *Rétrogradations* : de ſorte que pendant le cours de leur Révolution plus ou moins longue autour du Soleil, d'occident en orient & ſelon l'ordre des Signes, elles paroiſſent tantôt aller plus vîte que n'exige leur mouvement réel ; tantôt ſuſpendre totalement leur mouvement réel ; tantôt aller d'orient en occident, contre l'ordre des Signes & contre leur mouvement réel : biſarrerie ſinguliere, ſi elle n'étoit pas une ſimple Illuſion optique. (1183 & 1191).

Les Planetes ſupérieures ſont *ſtationnaires*, vers le tems de leur périgée & de leur oppoſition avec le Soleil ; *rétrogrades*, pendant un tems plus ou moins long après leurs ſtations ; *directes*, principalement vers leur apogée & vers le tems de leur conjonction avec le Soleil. (1316).

Quand Mars, Jupiter & Saturne ſe trouvent à la fois périgées ; ils rétrogradent tous les trois à la fois : mais l'*Arc de rétrogradation* eſt plus grand dans Mars que dans Jupiter, dans Jupiter que dans Saturne. D'un autre côté, Mars ceſſe plutôt d'être rétrograde, que Jupiter ; Jupiter, plutôt que Saturne.

### *IDÉE DES PLANETES SECONDAIRES.*

1198. OBSERVATION. Parmi les Planetes principales, il y en a trois qui roulent ſeules & iſolées autour du Soleil : il y en a trois autres qui trâînent à leur ſuite, une ou pluſieurs Planetes ſubalternes, que l'on nomme *Planetes ſecondaires*.

De tout tems, on a connu la *Lune*, qui eſt la Planete ſecondaire de la Terre. Mais ce n'eſt que depuis l'invention des Lunettes d'approche, que l'on a connu les *Satellites* ou les Lunes de Jupiter & de Saturne : Jupiter en a quatre ; Saturne en a cinq. (*Fig.* 4).

Ces Satellites de Jupiter & de Saturne, ſont leurs petites révolutions périodiques autour de leur Planete, qui eſt le centre de leur mouvement : tandis que la Planete elle-même, qui les entraîne à ſa ſuite & les emporte avec elle, fait ſa grande révolution périodique, autour du Soleil : comme la Lune fait ſes douze ou treize révolutions autour de la Terre, centre de ſon mouvement ; tandis que la Terre qui l'entraîne à ſa ſuite, fait elle-même ſa grande révolution annuelle dans l'Ecliptique autour du Soleil.

La marche de la Nature eſt la même, dans le petit, comme dans le grand ; dans le ſyſtême particulier d'une Planete iſolée, comme dans le ſyſtême général du Monde planétaire. Chaque Planete principale eſt pour ſes Satellites, à peu près ce que le Soleil eſt pour les Planetes principales.

I°. Comme les ſept Planetes principales font leurs révolutions périodiques autour du Soleil, centre de leurs Mouvemens, avec des diſtances inégales & dans des tems inégaux : de même les Satellites de Jupiter & de Saturne, font leurs révolutions périodiques autour de leur Planete principale, centre de leurs Mouvemens, avec des diſtances inégales & dans des tems inégaux. Ceux qui ſont plus près de la Planete, achevent en moins de tems leur révolution.

II°. Comme les Orbites des Planetes principales, ſont des Ellipſes dont le Plan paſſe par le centre du Soleil, & dont le centre du Soleil occupe un *Foyer commun à toutes ces Ellipſes* : de même les Orbites des Satellites de Jupiter ou de Saturne, ſont des Ellipſes dont les circonférences ſont placées à différentes diſtances les unes au-deſſus des autres ; dont le Plan paſſe par le centre de la Planete ; & dont le centre de la Planete, occupe un Foyer commun à toutes ces ellipſes.

III°. Comme toutes les Planetes vont dans le même

ſens autour du Soleil, dans des Orbites plus ou moins inclinées ſur l'Ecliptique, qui eſt l'Orbite apparente du Soleil : de même, les Satellites roulent dans le même ſens autour de leur Planete principale, dans des Orbites plus ou moins inclinées ſur l'Orbite de leur Planete.

IV°. Comme il y a un rapport général entre les *Diſtances moyennes* & les *Tems périodiques* des différentes Planetes (1261) : il y a auſſi un rapport entre les Diſtances moyennes & les Tems périodiques des différens Satellites d'une même Planete.

Par exemple, le quarré du Tems périodique du premier Satellite de Jupiter, eſt au quarré du Tems périodique du ſecond : comme le cube de la Diſtance moyenne du premier au centre de Jupiter, eſt au cube de la Diſtance moyenne du ſecond au même centre de Jupiter.

1199. REMARQUE I. On nomme *premier Satellite* de telle Planete, celui qui eſt le moins éloigné du centre de ſa Planete ; *ſecond Satellite*, celui qui eſt le moins éloigné de ce même centre, après le premier ; & ainſi de ſuite. (*Fig.* 4).

Ces Satellites, en faiſant leurs *Révolutions périodiques* autour de leur Planete, qu'ils éclipſent & par laquelle ils ſont éclipſés aſſez fréquemment, s'écartent plus ou moins du centre de leur Planete.

Voici, d'après l'Abbé de la Caille, & la quantité de leur plus grande Digreſſion orientale & occidentale, meſurée en diametres de leur Planete ; & le Tems qu'ils emploient chacun à retourner à leur plus grande Digreſſion du même côté, par exemple, au point O, en ſuppoſant qu'ils ſont vus & obſervés du centre du Soleil immobile. Les Satellites de Jupiter, ſont devenus une ſource de lumiere pour l'Aſtronomie & pour la Géographie. (894 & 1370).

| Satellites. | Tems des Révolutions. Jours. | Heur. | Min. | Sec. | Leur plus grande Digression orient. & occ. en demi-diametres | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| de Jupiter. I. | 1 | 18 | 28 | 36 | 5 + 2/3 | de Jupiter. |
| II. | 3 | 13 | 18 | 52 | 9 | |
| III. | 7 | 3 | 59 | 40 | 14 + 1/3 | |
| IV. | 16 | 18 | 5 | 6 | 25 + 1/3 | |
| de Saturne. I. | 1 | 21 | 18 | 27 | 8 + 7/8 | de Saturne. |
| II. | 2 | 17 | 41 | 22 | 11 + 1/4 | |
| III. | 4 | 12 | 25 | 12 | 15 | |
| IV. | 15 | 22 | 41 | 14 | 36 | |
| V. | 79 | 7 | 48 | 0 | 108 | |

## L'ANNEAU DE SATURNE.

1200. OBSERVATION. Ce qu'il y a de plus singulier dans la Planete de Saturne ; c'eſt un *large Anneau AS*, dont il eſt environné. Merveille unique dans les Cieux, aucune Planete, aucune Comete, n'offre rien de ſemblable. (*Fig.* 34).

I°. La *nature de cet Anneau*, eſt totalement inconnue. On pourroit peut-être ſoupçonner que c'eſt une Atmoſphere annulaire ; une grande Zone d'une matiere ſemblable à nos Nuages, & qui perſévéramment répandue autour de Saturne à une très grande élévation, ne ſe diſſiperoit point, comme le font nos Nuages.

II°. La *figure de cet Anneau*, eſt elliptique : ſon grand axe eſt incliné ſur le plan de l'Orbite de Saturne, d'environ trente degrés.

Le *grand axe de cet Anneau*, eſt au diametre du Globe de Saturne, environ comme 9 eſt à 4. Son petit axe varie toujours, tantôt en s'élargiſſant & tantôt en ſe rétréciſſant.

Comme Saturne eſt tantôt plus près & tantôt plus loin de la Terre ; tantôt dans une poſition & tantôt dans une autre poſition à l'égard de la Terre : on

conçoit que son *Anneau AS*, doit se montrer à nos regards, de bien des façons différentes.

## PARAGRAPHE SECOND.

### IDÉE ET THÉORIE DES COMETES.

1201. OBSERVATION. OUTRE les ſept Planetes principales, dont nous venons d'expliquer les Révolutions périodiques autour du Soleil, centre commun de leurs Mouvemens: il y a encore dans le Ciel, entre le Soleil & les Etoiles, un grand nombre d'*autres Globes opaques*, qui font leurs Révolutions périodiques autour du Soleil, centre commun de leurs Mouvemens, dans des Ellipſes immenſement excentriques, les uns d'occident en orient; les autres d'orient en occident; ceux-ci du midi au nord; ceux-là du nord au midi. Par exemple, (*Fig.* 9):

Tandis que la Terre & les Planetes principales font leurs révolutions périodiques, d'occident en orient, autour du Soleil S, dans le Zodiaque ABCDA: d'autres Globes opaques font leurs *Révolutions périodiques* autour du même Soleil, les uns d'occident en orient & ſelon l'ordre des Signes, dans l'Ellipſe MNOPM; les autres d'orient en occident & contre l'ordre des Signes, dans l'Ellipſe *mnopm*; ceux-là, du midi vers le nord, dans l'Ellipſe GHKLG; ceux-ci, du nord vers le midi, dans l'Ellipſe *ghklg*; & ainſi du reſte.

Le Soleil S, ſenſiblement immobile dans l'Eſpace infini, occupe un Point de cet eſpace, qui eſt un *Foyer commun* à toutes les Ellipſes des Cometes & des Planetes principales: mais il y a d'ailleurs de *grandes Différences*, entre ces Aſtres Cometes & Planetes, tous également opaques, tous également errans.

1°. Toutes les Planetes font leurs révolutions pé-

riodiques autour du Soleil, d'occident en orient & ſelon l'ordre des Signes, dans l'enceinte du Zodiaque d'où elles ne ſortent jamais.

Les Cometes au contraire, font leurs révolutions périodiques autour du même Soleil, les unes dans une direction, les autres dans une direction totalement différente, dans le zodiaque ou hors du zodiaque, ſelon l'ordre des Signes ou contre l'ordre des Signes. L'*Orbite de chaque Comete*, eſt fixe & conſtante : elle conſerve toujours ſenſiblement la même poſition dans le Ciel ou dans l'Eſpace infini. Mais les différentes Orbites des Cometes, ſont différemment poſées dans le Ciel, relativement à l'Equateur.

De ſoixante-douze Cometes, ſur leſquelles on commence à avoir des Obſervations aſſez exactes, & dont on trouvera la Table dans l'Aſtronomie de M. de Lalande, dans la Cométographie de M. Pingré, & en grande partie dans les Leçons d'Aſtronomie de M. l'Abbé de la Caille ; il y en a trentre-ſept qui vont ſelon l'ordre des Signes, & trente-cinq qui vont contre l'ordre des Signes, dans des Orbites plus ou moins inclinées ſur le plan de l'Equateur, & qui embraſſent à peu près tout le Ciel. (1740).

II°. Les Planetes ſont de *perpétuelle Apparition*, quand elles ſont ſur notre horiſon hors des rayons du Soleil : parce que, périhélies ou aphélies, elle ſont aſſez près de la Terre, pour ſe montrer à nos regards ſous un angle ſenſible ; & pour réfléchir dans nos yeux une quantité de lumiere ſolaire, capable de s'y faire ſentir. (921 & 1184).

Les Cometes au contraire, ne ſont viſibles à la Terre, que lorſqu'elles ſont près de leur Périhélie, ou de leur Abſcide inférieure, vers les points M, *m*, G, *g*, de leur Courbe. Loin de leurs périhélies & plus ou moins près de leurs aphélies O, *o*, K, *k*, immenſement éloignées du Soleil, elles ont trop

peu de lumiere, elles ſe préſentent ſous un angle optique trop petit, pour être apperçues de la Terre ABCDA. (898 & 918).

III°. Les Planetes, dans leurs révolutions périodiques autour du Soleil, décrivent une orbite peu excentrique. Périhélies ou aphélies, elles ſont toujours à peu près également éclairées & échauffées par cet Aſtre.

Les Cometes au contraire, décrivent autour du Soleil des orbites MNOPM, *mnopm*, immenſement excentriques. Périhélies en *g* ou en *m*, elles ſont les unes cent fois, les autres mille fois, ou peut-être un million de fois plus près du Soleil; que lorſqu'elles ſont aphélies en *k* ou *o*.

IV°. Les *Courbes des Planetes*, ſont toutes régulièrement placées les unes au-deſſus des autres; & les Planetes qui les décrivent ou qui les parcourent, ne peuvent jamais ſe rencontrer & s'entre-choquer les unes les autres. (1192).

Les Cometes au contraire, décrivent & parcourent des Courbes dont la plupart s'enfoncent dans la région des Planetes; ayant leur Abſcide inférieure *g* ou *m* entre le Soleil & les Planetes ABCDA.

» Preſque toutes les Cometes dont on a les meil-» leures Obſervations, dit M. de Maupertuis, lorſ-» qu'elles ſont venues dans ces régions du Ciel, ſe » ſont beaucoup plus approchées du Soleil, que la » Terre n'en eſt proche. Elles ont preſque toutes tra-» verſé les Orbites de Saturne, de Jupiter, de Mars, & de la Terre ».

### *LEUR ACTION, LEUR CHALEUR, LEUR FROIDURE.*

1202. OBSERVATION. Selon les Calculs de Halley, la *Comete de* 1680, paſſa ſi près du Soleil dans ſon Périhélie, qu'elle n'en fut éloigné que d'environ un

ſixieme du diametre de cet Aſtre, c'eſt-à-dire, d'environ 53300 lieues; & après ſon périhélie, elle paſſa ſi près de l'orbe de la Terre, le 11 Novembre, qu'elle s'en trouva à la diſtance d'un demi-diametre du Soleil, c'eſt-à-dire, d'environ 160000 lieues. De-là, deux réflexions à faire ſur les Cometes. (*Fig.* 9).

I°. Si une Comete & une Planete, animées l'une & l'autre d'une vîteſſe au moins cent quarante fois ſupérieure à celle d'un Boulet de canon qui bat en breche, venoient à ſe rencontrer & à ſe heurter en des ſens plus ou moins oppoſés dans leur route, ce qui n'eſt pas abſolument impoſſible : il eſt clair que le choc de ces énormes Maſſes, produiroit dans l'une & dans l'autre, ſelon les Loix du mouvement, d'étranges révolutions. (1342).

Mais il eſt très-vraiſemblable que l'Auteur de la Nature, qui en a voulu & décerné la ſtabilité dans l'*Ordre des choſes par lui établi*, a tellement arrangé & combiné les mouvemens des Planetes & des Cometes, ce qui eſt évidemment très-poſſible; que ces différens Corps, dans leurs Révolutions périodiques autour du même Soleil, centre commun de leurs Mouvemens, ne doivent, ni ſe rencontrer pour ſe détruire, ni même s'approcher aſſez pour ſe troubler dans leur marche.

Par exemple, quand la Comete de 1680, paſſa ſi près d'un Point B de l'Orbite terreſtre; la Terre ſe trouvoit alors fort loin de ce point B, & par là même de la Comete, dont l'Attraction ne cauſa aucune altération ſenſible, ni à ſon Mouvement diurne, ni à ſon Mouvement annuel, ni à la poſition de ſon Equateur ſur le plan de l'Ecliptique, ni à aucune de ſes parties.

D'ailleurs, quand une Comete eſt arrivée à ſon *plus grand Point de proximité*, à l'égard de la Terre ou d'une autre Planete : elle s'en éloigne à

l'inſtant par la Tangente, avec une vîteſſe qui lui fait parcourir au moins vingt millions de toiſes par heure : ce qui diminue de plus en plus l'effet de ſon Attraction toujours décroiſſante comme croiſſent les quarrés de ſes diſtances.

II°. Comme les Cometes ſont toutes immenſement plus près du Soleil dans leur périhélie, que dans leur aphélie : il paroît que *dans leur Aphélie*, elles doivent eſſuyer un degré de froid exceſſivement grand ; & que *dans leur Périhélie*, elles doivent être en proie à une chaleur dévorante : chaleur qui peut aller peut-être juſqu'à embraſer leur ſurface expoſée à la lumiere extrêmement denſe & active que leur darde le Soleil.

Selon les calculs de Newton, calculs que chacun peut faire aiſément d'après la théorie de la raréfaction de la Lumiere (898) : la Comete de 1680, qui paſſa ſi près du Soleil, dut en recevoir dans ſon Périhélie, une chaleur vingt-huit mille fois plus grande que celle que la Terre en éprouve en été.

De-là, la production d'une immenſe quantité de Vapeurs ; qui, exaltées entre la Comete & le Soleil, formeront une *grande Traînée de matiere fluide*, propre à réfléchir la lumiere du Soleil.

Telle eſt très-vraiſemblablement la Cauſe phyſique de cette Lumiere plus ou moins reſplendiſſante, qui accompagne ſi ſouvent les Cometes dans leur Périhélie : qui tantôt les précede en forme de *Barbe* ; tantôt les environne en forme de *Chevelure* ; tantôt les ſuit en forme de *Queue* : ſelon la différente poſition de la Comete à l'égard de la Terre & du Soleil.

Toutes les Cometes ne traînent pas à leur ſuite une *Queue ſemblable*, une Queue également brillante : ſoit parce qu'elles ne paſſent pas toutes également près du Soleil dans leur Périhélie ; ſoit parce qu'elles ne ſont

toutes composées d'une matiere également propre à s'exalter en vapeurs.

### *NATURE DES COMETES : ASTROLOGIE JUDICIAIRE.*

1203. OBSERVATION. De tout tems, il y a eu des Philosophes intimement persuadés que *les Cometes sont des Globes opaques, assez semblables à nos Planetes.*

I°. Tel fut le sentiment des anciens Caldéens, des Pytagoriciens, d'Apollonius le Myndien, d'Hypocrate de Chio, de Diogene, de Démocrite, de Séneque. Mais on doit à ce dernier ce témoignage, qu'aucun Auteur ancien n'a parlé des Cometes, d'une maniere aussi sublime & aussi philosophique. Dans le sixieme Livre de ses Questions naturelles, il s'exprime sur cet objet, précisément comme s'il eut vécu dans ces derniers tems, avec les Newton, les Clairaut, les la Caille, les Lalande, les Maupertuis, les de Buffon.

Mais le sort de la Vérité chez les Humains, est d'être presque toujours long-tems rejettée & combattue, avant d'être généralement adoptée.

II°. Aristote regarda les Cometes, comme des *Météores d'une existence fortuite & passagere;* & cette Opinion, adoptée par les Ptolomée, par les Tychobrahé, par les Kepler, par les Riccioli, par les de la Hire, a régné jusques dans ces derniers tems.

Il n'y a guere plus d'un siecle, que l'*ancienne Opinion* a osé reparoître; & ce n'est que depuis le commencement de l'Année 1759, que cette opinion s'est changée en Vérité démontrée.

Auparavant on regardoit assez communément les Cometes, d'après l'idée d'Aristote, comme des Météores malfaisans, comme une fortuite combinaison de Vapeurs & d'Exhalaisons très-subtiles, qui émanoient du sein des divers Corps célestes, opaques &

lumineux, dont ils étoient comme une Dépuration; & qui après avoir fermenté & brillé pendant un tems plus ou moins long dans la plus haute région de notre Atmoſphere, s'y diſſipoient; & répandoient ſur notre Globe, les venimeux Principes dont ils étoient compoſés.

Delà, ſelon le Préjugé alors reçu, les guerres, les peſtes, l'intempérie des ſaiſons, la déſolation des Villes & des Campagnes, la fermentation des Eſprits, la ſtérilité de la Terre, les différens Fléaux qui affligeoient le Monde ſublunaire, pendant & après l'apparition de ces Aſtres ſiniſtres, l'épouventail du Genre humain.

III°. L'idée générale que l'on avoit alors des Cometes, étoit une ſuite & une dépendance de cette ancienne démence de l'Eſprit humain, qui infecta également & le Peuple & les Sages, pendant tant de ſiecles, dans toute l'Aſie & dans toute l'Europe, ſous le nom d'*Aſtrologie Judiciaire*, ou de Science de l'influence des Aſtres ſur les choſes humaines: Science inepte & abſurde qui faiſoit ſi ſottement & ſi ridiculement dépendre les vertus & les vices, la vie & la mort, le bonheur & le malheur des divers Individus de l'Eſpece humaine, de certaines chimériques Influences des Corps céleſtes: Influences alternativement pernicieuſes ou bienfaiſantes, ſelon la différente poſition de ces Corps, à l'égard du Sujet ſur lequel ils influoient au commencement de ſon exiſtence.

Mais la Folie & le Préjugé n'ont qu'un tems; & la Raiſon eſt éternelle. Aujourdhui aux yeux du Philoſophe & du Peuple même, les différens Corps céleſtes, les Cometes même, ne cauſent plus d'alarmes à la Terre, vers laquelle ils n'envoient abſolument aucune partie de leur ſubſtance bienfaiſante ou malfaiſante; vers laquelle ils ſe bornent à réfléchir

quelques molécules de lumiere ſolaire, auſſi pure que celle qui eſt réfléchie par nos Rochers ou par nos Miroirs.

PROPOSITION GÉNÉRALE.

1204. *Les Cometes, ainſi que la Terre & les Planetes principales, ſont des Globes opaques, auſſi anciens que le Monde, qui font paiſiblement leurs révolutions périodiques autour du Soleil, centre commun de leur Mouvement, ſans faire ni bien ni mal à la Terre : viſibles, quand ils ſont près de la Terre ; inviſibles, quand ils en ſont à une immenſe diſtance : ſoumis aux mêmes Loix de Force centrifuge & centripete, que les Planetes ; & ſe mouvant en différens ſens au ſein de l'Eſpace immenſe, dans des Courbes régulieres plus ou moins excentriques, dont le Plan paſſe par le centre du Soleil ſitué dans un de leurs Foyers.* (Fig. 9).

DÉMONSTRATION. Il eſt clair que les Cometes, au lieu d'être des Météores accidentels & d'une exiſtence paſſagere, ſont des *Corps ſtables & permanans*, d'une nature & d'une origine aſſez ſemblables à celles de nos Planetes : ſi elles ſe montrent à nous dans le Ciel, comme s'y montreroient nos Planetes plus ou moins grandes, miſes en leur place ; ſi elles ont des Mouvemens auſſi réguliers & des révolutions auſſi périodiques autour du Soleil, que nos Planetes. Or, il eſt conſtant, d'après les Obſervations aſtronomiques, que les Cometes ont tout cela de commun avec nos Planetes principales.

1°. Le Mouvement de nos Planetes autour du Soleil, n'eſt pas égal & uniforme dans toute la durée de leur Révolution périodique autour de cet Aſtre : il eſt dans ſa plus grande vîteſſe, au périhélie : il va en décroiſſant, depuis le périhélie juſqu'à l'aphélie : il recommence à croître à l'aphélie, & il va toujours en croiſſant juſqu'au périhélie.

La

La même choſe arrive aux *Cometes*. Dans la partie de leur Courbe qui les ramene vers le Soleil, on les voit d'abord paroître dans un grand éloignement, fort petites, fort obſcures, mal terminées, ayant un Mouvement aſſez lent. Succeſſivement elles augmentent en groſſeur, en lumiere, en vîteſſe: juſqu'au point où elles ſont le plus près du Soleil.

On les voit enſuite, dans la partie oppoſée de leur Courbe qui les éloigne du Soleil, diminuer ſucceſſivement en groſſeur, en lumiere, en vîteſſe: juſqu'à ce qu'enfin elles diſparoiſſent totalement dans la partie de leur Orbite trop éloignée de nous; comme nous l'avons déjà expliqué. (1201).

II°. Les Planetes principales emploient chacune un tems fixe, mais différent, à faire leur révolution périodique autour du Soleil; à paſſer d'un point déterminé de leur Orbite, au même point, par exemple, du périhélie au même périhélie. Mais il a fallu un nombre ſuffiſant d'obſervations exactes de ces retours périodiques de chaque Planete à un même Point de ſon orbite, pour déterminer avec une parfaite préciſion, la durée de leurs différentes Révolutions, ou leurs différens Tems périodiques. (1178).

La même choſe a également lieu dans les *Cometes*. Elles emploient chacune un tems fixe & conſtant, à paſſer du périhélie au même périhélie; & ce Tems périodique eſt plus long pour les unes, plus court pour les autres.

Mais ce *Tems périodique* des différentes Cometes, déjà déterminé pour deux ou trois de ces Aſtres, ſur leſquels on a des obſervations ſuffiſamment exactes, reſte encore à déterminer pour les autres, ſur leſquels on n'a pas encore des Obſervations ſuffiſantes.

### *TEMS PÉRIODIQUES DES COMETES.*

1205. OBSERVATION. La principale Cauſe du peu

de progrès qu'a fait l'Aſtronomie des ſiecles antérieurs, dans ce qui concerne les Cometes, c'eſt la fauſſe perſuaſion où l'on a été pendant plus de deux mille ans, que ces Aſtres effrayans n'étoient que des exhalaiſons enflammées dans la plus haute région de l'Air: exhalaiſons dont les mouvemens, réputés bizarres & irréguliers, ne méritoient pas que l'on ſe donnât la peine de les obſerver. (*Fig.* 9).

Depuis un ſiecle, on a obſervé avec le plus grand ſoin, la marche des Cometes qui ont paru; & ces obſervations ont fait connoître démonſtrativement, que ces Aſtres ſont réellement des *Globes opaques*, errans réguliérement autour du Soleil. Parmi les Cometes obſervées & connues, il n'y en a encore que deux dont le Tems périodique ſoit connu avec quelque exactitude: ſavoir, celle dont la derniere apparition arriva en 1759; & celle dont la derniere apparition arriva en 1680.

I°. La *premiere Comete*, celle de 1759, avoit été obſervée en 1531, en 1607, en 1682. Le célebre Halley, qui venoit d'obſerver avec tout le ſoin poſſible cette Comete en 1682, faiſant uſage de la théorie de Newton ſur les Forces centrifuges & centripetes des Corps qui ſe meuvent dans des Courbes elliptiques, oſa le premier, plus de ſoixante-dix ans avant l'événement, prédire le *retour de cette Comete*, pour l'année 1757 ou 1758.

Par des Méthodes plus exactes & par des Calculs plus détaillés, M. Clairaut fixa le retour de cette même Comete, vers la fin de 1758 ou vers le commencement de 1759.

L'Evénement juſtifia en plein cette célebre Prédiction; & la *Comete annoncée* fut apperçue à Paris, le 21 Janvier 1759, dans la région du Ciel où elle étoit attendue. Son Tems périodique eſt d'environ 76 ans.

Cet événement, qui fera à jamais époque dans

l'Aſtronomie, a détruit de fond en comble, l'opinion d'Ariſtote ſur les Cometes ; & a démonſtrativement établi l'Opinion contraire.

II°. La *ſeconde Comete* fut obſervée à la fin de 1680. Elle parut extrêmement groſſe : ſoit parce qu'elle eſt telle en effet ; ſoit parce qu'elle paſſa très-près de la Terre & du Soleil. (1202).

En rapprochant différentes circonſtances de l'Hiſtoire ; on a conclu avec aſſez de vraiſemblance, qu'elle devoit être la même que celles qui ont paru en 1106, en 531, & à la mort de Ceſar : de ſorte que le *tems de ſa Révolution périodique*, marqué par l'intervalle de ces quatre Apparitions, doit être d'environ 575 ans.

III°. On connoîtra de même dans la ſuite, le Tems périodique de toutes les Cometes viſibles : en tenant un regiſtre exact de leurs apparitions, de leur route dans le Ciel, de leur paſſage par le Périhélie.

L'intervalle entre les tems de leur paſſage par le Périhélie, donne *leur Tems périodique ;* & ce paſſage par le périhélie, eſt marqué par leur plus grande Viteſſe réelle.

IV°. Halley a ſoupçonné auſſi que les Cometes de 1661 & de 1532, n'étoient qu'*une même Comete ;* qui emploieroit 129 ans à faire ſa Révolution périodique autour du Soleil.

Le fondement de ce ſoupçon, c'eſt que les Cometes de 1661 & de 1532, ont ſuivi à peu près la même route dans le Ciel ; & ont eu des ſymptomes de mouvement, aſſez ſemblables : ce qui ſuffiroit pour établir l'*identité de ces deux Cometes ;* ſi on pouvoit compter ſur les Obſervations groſſieres & peu ſcrupuleuſes que l'on a ſur ces deux Apparitions. Car il n'eſt aucunement vraiſemblable que deux Cometes ſe meuvent préciſément dans les mêmes points du Ciel, avec les mêmes phénomenes de lumiere, de grandeur, de mouvement,

V°. La Poſtérité ſera peut-être un jour ſurpriſe, qu'il y ait eu encore, après l'accompliſſement de l'*aſtronomique Prédiction de Halley*, des Philoſophes qui ſe ſont efforcés de reſſuciter l'opinion d'Ariſtote ſur les Cometes; & de faire de ces Aſtres, des Météores d'une exiſtence fortuite & paſſagere.

La Poſtérité aura tort. Elle devra ſavoir qu'il y a en tout tems, quelques *Eſprits ſinguliers & bizarres*; obſtinément décidés pour les Paradoxes les plus inſoutenables & les plus révoltants; hautement conjurés contre les Vérités les plus certaines & les mieux démontrées.

## *VITESSE DES COMETES.*

1206. OBSERVATION. Il faut diſtinguer dans le mouvement des Cometes, & une Vîteſſe réelle, & une Vîteſſe apparente. (*Fig.* 9).

I°. La *vîteſſe réelle d'une Comete*, eſt l'eſpace parcouru dans ſa Courbe, diviſé par le tems employé à parcourir cet eſpace.

Par exemple, que la Comete M parcoure en un jour l'arc M*v* ou M*x* de ſa Courbe MNOPM. Cet Arc meſurera ſa vîteſſe réelle, incomparablement plus grande dans le périhélie, que dans l'aphélie.

II°. La *vîteſſe apparente d'une Comete*, eſt l'arc du Firmament, qu'elle paroît parcourir dans un tems déterminé, étant vue de la Terre. Par exemple, ſoit la Terre en A & la Comete en M: la Comete ſera vue dans le Ciel, en F.

Que la Comete & la Terre aient leur mouvement dans la même direction; & qu'elles parcourent en un jour, l'une l'arc M*x*, l'autre l'arc A*a*. La Comete ſera vue en I, & paroîtra avoir parcouru dans le Firmament, l'arc FI.

Mais ſi la Comete, mue dans une direction oppoſée à celle de la Terre, va en un jour de M en *v*;

tandis que la Terre va dans le même tems de A en *a* : la Comete, au bout d'un jour, ſera vue en E ; & paroîtra avoir parcouru l'arc immenſe FE ; quoiqu'elle n'ait réellement parcouru dans ſa Courbe, que l'arc M*v*, égal à l'arc M*x*.

On voit par-là, que les Cometes peuvent avoir, ainſi que les Planetes, des Directions, des Stations, des Rétrogradations : quoique leur Mouvement, tantôt plus & tantôt moins rapide, les emporte toujours dans la même direction autour du Soleil. (1183).

## *CONJECTURE SUR LES PLANETES ET SUR LES COMETES.*

1207. OBSERVATION. « La Terre, qui eſt la Pla» nete que nous connoiſſons le mieux, peut nous » faire croire, dit le célebre de Maupertuis, que » toutes les autres, qui paroiſſent de même nature » qu'elle, ne ſont pas des *Globes déſerts*, ſuſpendus » dans le Ciel : mais qu'elles ſont habitées comme » elle, par quelques Etres vivants.

» Quelques Auteurs ont haſardé ſur ces *Habitants* » *des Planetes*, des Conjectures qui ne ſauroient être, » ni prouvées, ni démenties. Mais tout eſt dit, du » moins tout ce qui peut être dit avec quelque pro» babilité : lorſqu'on a fait remarquer que ces *vaſtes* » *Corps des Planetes*, ayant déjà tant de choſes com» munes avec la Terre, peuvent encore avoir de com» mun avec elle, d'être habitées. (1190).

» Quant à la nature de leurs Habitans : il ſeroit bien » téméraire d'entreprendre de la deviner. Si l'on ob» ſerve déjà de *ſi grandes Variétés* entre ceux, qui » peuplent les différens Climats de la Terre : que ne » peut-on pas penſer de ceux qui habitent des Pla» netes ſi éloignées de la nôtre ? Leurs Variétés paſ» ſent vraiſemblablement toute l'étendue de notre » Imagination ». (537).

I°. En vain voudroit-on armer la Religion, contre cette Conjecture philoſophique. La Religion ne nous enſeigne rien, ni pour, ni contre, en ce genre.

Si les Planetes & les Cometes ſont habitées par des *Etres intelligens*, par des Hommes plus ou moins ſemblables à nous : la Providence, toujours ſage & conſéquente, leur aura fourni, pour les conduire à leur fin totale, un *Ordre de choſes convenable*, ou ſemblable au nôtre, ou différent du nôtre.

Quant à ce qui concerne le divin Meſſie, ſource d toute grace & de tout mérite : ou ces Etres intelligens n'ont point eu beſoin d'un Rédempteur, comme nous ; ou s'ils en ont eu beſoin, ſes Mérites leur ſont appliqués, ainſi qu'à nous, en telle maniere qu'il aura plu à l'éternelle Sageſſe de déterminer.

II°. La Raiſon ne dit rien non plus contre cette idée des Planetes & des Cometes peuplées, ainſi que la Terre : idée qui ſemble aggrandir, perfectionner, rendre plus conſéquens & plus raiſonnables, les deſſeins & les ouvrages de l'Etre increé & créateur : idée qui animant & vivifiant l'immenſité de la Nature, en bannit l'inutile, qu'elle paroît en tout abhorrer.

Si les différentes Planetes & les différentes Cometes ſont peuplées d'*Etres vivans*, les uns doués & les autres privés d'intelligence, ainſi que ceux qui habitent notre Globe : l'Auteur de la Nature, leur aura donné une Conſtitution analogue à leur ſéjour. Celle des habitans de Mercure, exigera plus de chaleur : celle des habitans de Saturne, aura beſoin de plus de froid. Celle des habitans des Cometes ſera propre à paſſer inſenſiblement & peu à peu, des plus grandes chaleurs du Périhélie, aux plus grands froids de l'Aphélie : à peu près comme nous ſommes faits à paſſer des plus grandes chaleurs de l'été, aux plus grands froids de l'hiver ; avec cette ſeule différence,

que leur nature ſera capable de ſouffrir de plus grands Extrêmes que la nôtre.

III°. L'Imagination eſt effrayée des *exceſſives Chaleurs* que devroient eſſuyer les habitans de Mercure, & ſur-tout les habitans de certaines Cometes, qui dans leur périhélie ſont incomparablement plus près du Soleil, que Mercure. Selon les Calculs de Newton, la Comete de 1680, dut éprouver dans ſon Périhélie, une chaleur environ deux mille fois plus grande que celle d'un Fer rougi au feu.

Mais ces Calculs de Newton ſuppoſent ici que la lumiere & la chaleur du Soleil, agiſſent en plein & ſans aucun obſtacle ſur la Comete : ce qui peut n'avoir point lieu. Eſt-il improbable que ces immenſes torrens de Vapeurs exaltées au-deſſus de la Comete en forme de Nuages très-épais, & qui vraiſemblablement forment ce que nous nommons ſa chevelure & ſa Queue, la garantiſſent en grande partie des dévorantes ardeurs du Soleil ? Si les Nuages qui enveloppent quelquefois notre Globe, dans les plus grandes chaleurs de l'été, produiſent ſur nos têtes un degré de froid capable d'y congeler l'eau avec plus de célérité que les grands froids de nos hivers (794) : pourquoi ces immenſes Nuages des Cometes périhélies, ne pourront-ils pas produire autour d'elles, un phénomene aſſez ſemblable ?

D'ailleurs, comme dans notre Globe, les entrailles de la Terre ont toujours, à une certaine profondeur, une *même Température*, ſoit en été, ſoit en hiver (501) : pourquoi les entrailles des Cometes, ne pourroient-elles pas avoir la même propriété à peu près ? Dans cette Suppoſition, les habitans des Cometes, s'enſeveliroient dans des Villes ſouterreines, pour ſe garantir des chaleurs qui pourroient leur être funeſtes ſur la ſurface de leur Globe : pendant le petit nombre de jours ou de mois, où leur Globe, mu

avec une immenſe vîteſſe, ſe trouve trop près du Soleil.

## ARTICLE QUATRIEME.

### LA PARALLAXE ET LA RÉFRACTION ASTRONOMIQUES.

1208. OBSERVATION. COMME la Terre paroît ſenſiblement le centre immobile de tous les Mouvemens céleſtes : nous allons conſidérer ces mouvemens, comme vus & du centre & de la ſurface de la Terre immobile.

La Parallaxe & la Réfraction aſtronomiques cauſent dans ces Mouvemens céleſtes, deux eſpeces oppoſées d'*Illuſions optiques*, qu'il eſt important de connoître : pour pouvoir en tenir compte, dans les différentes Obſervations aſtronomiques.

### PARAGRAPHE PREMIER.

#### LA PARALLAXE D'UN ASTRE.

1209. EXPLICATION. SOIT A, la Terre immobile & tranſparente, au centre ſenſible du Firmament ; AK, le Rayon terreſtre ; A & K, deux Obſervateurs qui contemplent au même inſtant un même Aſtre, par exemple, la Lune ou le Soleil ou Mars ou Saturne ; HAG, l'horiſon aſtronomique de l'Obſervateur K ; RKO, l'horiſon ſenſible du même Obſervateur. (*Fig.* 12).

1°. Soit LML, l'Orbite de la Lune autour de la Terre. La Lune, placée en L, ſera vue dans le Ciel en deux lieux fort différens, par les *deux Obſervateurs A & K.*

Vue du centre A de la Terre, elle répondra dans le Firmament à l'étoile T : vue du point K, elle répondra dans le Firmament à l'étoile ou au point R. L'angle RLT, ou l'angle égal KLA, eſt la *Parallaxe de la Lune.*

II°. Soit SPF l'Ecliptique, ou l'Orbite apparente du Soleil. Le Soleil, placé en S, ſera vu auſſi en deux lieux différens dans le Ciel, par les *deux Obſervateurs A & K.*

Vu du centre A de la Terre, il répondra dans le Ciel au point *a* : vu du point K, il répondra dans le Ciel au point *k.*

L'angle *a S k*, ou l'angle oppoſé au ſommet & égal ASK, eſt la *Parallaxe du Soleil.*

III°. Soit SPF l'orbite d'une Planete quelconque, par exemple, de Venus ou de Jupiter ou de Saturne. Jupiter, placé en F, ſera vu encore dans le Firmament en deux lieux différens, par les *deux Obſervateurs A & K.*

Vu du centre de la Terre, il ſera rapporté en T : vu du point K, il ſera rapporté en V. L'angle VFT, ou l'angle oppoſé au ſommet AFK, eſt la *Parallaxe de cette Planete.* (*).

## DIFFÉRENS LIEUX D'UN ASTRE.

1210. DÉFINITION. Il faut diſtinguer dans un même Aſtre, par exemple, dans la Lune, dans le Soleil, dans une Planete quelconque, dans une Comete périgée, trois ſortes de lieux différens. (*Fig.* 12).

I°. Le *Lieu réel d'un Aſtre*, eſt le point de l'eſpace

(*) NOTE. La Parallaxe, ſelon ſon Etymologie, eſt une eſpece de changement de lieu. De αλλαξις, *Permutatio*, échange ; & de παρὰ, prépoſition qui fait ici la fonction de diminutif. Parallaxe d'un Aſtre : *Apparitio Aſtri in loco non vero.*

immenſe, où l'Aſtre eſt réellement placé au tems où on l'obſerve.

Par exemple, L eſt le Lieu réel de la Lune ; S, le lieu réel du Soleil ; F, le lieu réel de la Planete ou Comete F.

II°. Le *Lieu optique vrai d'un Aſtre*, eſt le point du Firmament, où l'Aſtre ſeroit vu du centre de la Terre, à l'extrémité d'une ligne droite menée du centre de la Terre au centre de l'Aſtre, & prolongée indéfiniment juſqu'à la région des Etoiles.

Par exemple, le point T, eſt le vrai lieu optique de la Lune L : le point *a* eſt le vrai lieu optique du Soleil S.

III°. Le *Lieu optique apparent d'un Aſtre*, eſt le point du Firmament, où l'Aſtre eſt vu de la ſurface de la Terre.

Par exemple, le point R eſt le Lieu optique apparent de la Lune L, obſervée du point K. Le point *k* eſt le Lieu optique apparent du Soleil S, obſervé du point K. Le point V eſt le Lieu optique apparent de la Planete ou Comete F, obſervée du point K.

## *APPLICATIONS ET RÉSULTATS DE CETTE THÉORIE.*

1211 COROLLAIRE I. *La Parallaxe d'un Aſtre, eſt l'angle à l'Aſtre, compris entre deux lignes droites, menées du centre de l'aſtre au centre de la Terre & à l'œil de l'Obſervateur K : ou l'angle à l'Aſtre, oppoſé au ſommet à ce dernier, & compris entre ces deux mêmes lignes prolongées juſqu'au Firmament.*

EXPLICATION. Cet Angle eſt meſuré par l'arc d'un grand Cercle céleſte, intercepté entre les deux Lieux optiques où l'Aſtre ſeroit vu du centre de la Terre & du point de la ſurface terreſtre où eſt placé l'Obſervateur. (*Fig.* 12).

1212. COROLLAIRE II. *Plus un Aſtre eſt éloigné de la Terre, toutes choſes étant égales d'ailleurs : plus ſa Parallaxe eſt petite.*

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que dans un Triangle KLA ou KFA, un côté AK reſtant le même, l'angle oppoſé à ce côté devient d'autant plus petit, que les deux autres côtés deviennent plus grands.

1213. COROLLAIRE III. *Les Etoiles doivent n'avoir aucune Parallaxe ſenſible.*

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que le rayon AK de la Terre étant comme nul en comparaiſon des deux côtés qui aboutiſſent du centre & de la ſurface de la Terre à une même Etoile : l'angle oppoſé à ce côté AK, à une diſtance comme infinie, doit être ſenſiblement nul. (1163).

Ainſi, ſi le point F eſt une Etoile comme infiniment éloignée de la Terre : dans le Triangle parallactique AFK, l'angle KFA ou VFT ſera comme infiniment petit, & par-là même inſenſible ; & les deux côtés AF & KF de ce triangle, ſeront ſenſiblement paralleles. (921 & 1163).

1214. REMARQUE. I°. Le Plan d'un Triangle parallactique LKA, SKA, FAK, eſt toujours perpendiculaire à l'horiſon de l'Obſervateur : puiſque le *Côté AK* répond au zénith & au nadir du même Obſervateur. Le plan d'un Triangle parallactique, eſt donc toujours dans le plan d'un Cercle vertical. (*Fig.* 12).

II°. L'*effet de la Parallaxe*, eſt d'éloigner l'Aſtre du zénith, & de le rapprocher de l'horiſon.

Par exemple, le vrai Lieu optique de la Lune L, eſt le point T, du Vertical ZTH : la Parallaxe la fait voir en R, plus loin du zénith Z, & plus près de l'horiſon HAG.

De même le vrai lieu optique du Soleil S, eſt le

point *a*; & la Parallaxe le fait voir en *k*, plus près de l'horiſon.

III°. Un Aſtre n'a point de Parallaxe, quand il eſt au zénith de l'Obſervateur : parce que vu du point K & du point A, il répond toujours au point Z, qui eſt ſon vrai lieu optique.

## PROPOSITION FONDAMENTALE.

1215. *La diſtance d'un Aſtre au centre de la Terre, reſtant la même : ſa Parallaxe eſt la plus grande qu'il ſoit poſſible, quand l'Aſtre eſt dans l'horiſon ; & à meſure que l'Aſtre s'éleve vers le zénith, ſa Parallaxe diminue, comme les Sinus des angles du Complément de ſes différentes hauteurs.* (Fig. 13).

EXPLICATION. Soit AC, le rayon de la Terre ; CV, l'horiſon aſtronomique ; AH, l'horiſon ſenſible, confondu dans le Ciel avec l'horiſon aſtronomique ; A, le lieu de l'Obſervateur ; Z, ſon zénith ; ZV, un Vertical mené du Zénith ſur le point de l'horiſon où l'Aſtre doit ſe lever, & tournant avec l'Aſtre autour de la Terre ; HIK, l'orbite de l'Aſtre que l'on va obſerver, & qui eſt ſuppoſé faire ſa révolution diurne, réelle & apparente, autour de la Terre, d'orient en occident, dans le plan de ce Vertical ZV.

D'après les Obſervations aſtronomiques & ſelon les Démonſtrations géométriques :

I°. La *Parallaxe de cet Aſtre*, eſt la plus grande qu'il ſoit poſſible, quand l'Aſtre eſt dans l'horiſon en H ; & elle diminue de plus en plus, à meſure que l'Aſtre paſſe de H en I, de I en K, de K en L, où elle eſt nulle au Zénith Z.

II°. Cette Parallaxe décroiſſante depuis l'horiſon juſqu'au Zénith, eſt en H, comme XC ou HC, Sinus de l'angle droit HAC ; en I, comme IM, Sinus de l'angle ICZ ; en K, comme KN, Sinus de l'angle KCZ.

De ſorte que ſi on ſuppoſe la valeur ou la grandeur de l'angle AHC ou *a H c*, qui meſure la Parallaxe horiſontale, de 100000 parties, ainſi que le Sinus total (*Math.* 646) : on trouvera la diminution de cette Parallaxe, à meſure que l'aſtre s'éloigne de l'horiſon & s'approche du zénith, en comparant le Sinus du Complément de hauteur, au Sinus total.

Par exemple, on trouvera que l'Aſtre étant à 60 degrés de hauteur au-deſſus de l'horiſon en K ; ſa Parallaxe eſt de moitié plus petite que dans l'horiſon en H : parce que ſa parallaxe en H eſt comme le Sinus total XC = 100000 parties ; & que ſa parallaxe en K n'eſt que comme le Sinus KN de l'angle KCZ de 30 degrés ; ſinus = 50000 parties.

III°. Comme la Propoſition dont il eſt ici queſtion, eſt un point fondamental dans l'Aſtronomie & dans toute la Phyſique : il eſt important d'en donner une démonſtration géométrique, que pourront omettre ceux qui la trouveront trop difficile à ſaiſir : quoiqu'elle ne ſuppoſe que la plus ſimple théorie des Proportions & des Sinus, telle qu'on la trouve dans notre Cours complet de Mathématiques élémentaires.

DÉMONSTRATION. On ſait que dans tout Triangle, les différens côtés ſont entre eux, comme les Sinus des angles oppoſés à ces côtés. (*Math.* 701).

Comparons donc entre eux, les trois Triangles HCA, ICA, KCA : qui tous ont deux côtés égaux ; & qui repréſentent les différentes poſitions de l'Aſtre, relativement au zénith & à l'horiſon de l'Obſervateur placé en A.

I°. Comparons d'abord le Triangle HCAH qui atteint l'aſtre dans l'horiſon, avec le triangle ICAI qui atteint le même Aſtre à une certaine hauteur au-deſſus de l'horiſon.

Dans le Triangle HCAH, terminé à l'Aſtre dans

l'horiſon : le ſinus de l'angle droit HAC, eſt au ſinus de l'angle AHC, qui meſure la parallaxe horiſontale; comme le côté CH qui meſure la diſtance de l'Aſtre à la Terre, eſt au côté CA qui eſt le rayon de la Terre.

De même, dans le triangle ICA, terminé à l'Aſtre au-deſſus de l'horiſon : le ſinus de l'angle obtus IAC, eſt au ſinus de l'angle AIC qui meſure la parallaxe de l'Aſtre placé au-deſſus de l'horiſon; comme le côté IC = HC, eſt au côté CA. Voici ces deux proportions rapprochées l'une à l'autre, & comparées entre elles . . . . . .

Sinus HAC. Sinus AHC :: côté CH. côté CA . . .
Sinus IAC. Sinus AIC :: côté CI = CH. côté CA . .

Comme dans ces deux Proportions, la derniere raiſon eſt commune & la même : il s'enſuit que les *deux premieres Raiſons* ſont égales entre elles : ce qui donne cette autre proportion . . . . . .

Sinus HAC. Sinus AHC :: Sinus IAC. Sinus AIC . .

Et en alternant. (*Math.* 116 & 174) . . . . . .

Sinus AHC. Sinus AIC :: Sinus HAC. Sinus IAC . .

Selon cette *derniere Proportion*, le ſinus de l'angle AHC qui meſure la grandeur de la Parallaxe horiſontale, eſt au ſinus de l'angle AIC qui meſure la Parallaxe au-deſſus de l'horiſon : comme le ſinus de l'angle droit HAC, eſt au ſinus de l'angle obtus IAC.

Or, par la théorie des Sinus, le Sinus de l'angle droit, eſt plus grand que le ſinus de tout autre angle, obtus ou aigu. (*Math.* 643). Donc la Parallaxe horiſontale, exprimée par le ſinus total CX = CH, eſt plus grande que la Parallaxe au-deſſus de l'horiſon, exprimée par un ſinus IM moindre que le ſinus total CX.

II°. Comparons enſuite le Triangle ICAI, terminé à l'Aſtre à une certaine hauteur au-deſſus de l'horiſon, avec le Triangle KCAK terminé au même Aſtre

à une plus grande hauteur quelconque au-deſſus de l'horiſon : la diſtance de l'Aſtre au centre de la Terre, reſtant toujours la même. Nous aurons de la même maniere & par la même théorie, les deux *Proportions ſuivantes*, qui ayant une Raiſon commune, donneront d'abord une troiſieme & enſuite une quatrieme Proportion, d'où réſultera la démonſtration à donner. . . . . .

Sinus IAC. Sinus AIC :: côté IC. côté CA. . . .
Sinus KAC. Sinus AKC :: côté KC=IC. côté CA. . .
Sinus IAC. Sinus AIC :: Sinus KAC. Sinus AKC.
Et en alternant, comme dans l'exemple précédent : ...
Sinus AIC. Sinus AKC :: Sinus IAC. Sinus KAC.

Selon cette *derniere Proportion*, le Sinus de l'angle AIC qui meſure la grandeur de la Parallaxe en I, eſt au Sinus de l'angle AKC qui meſure la grandeur de la Parallaxe en K : comme le Sinus de l'angle IAC, eſt au Sinus de l'angle KAC.

Or le Sinus de l'angle obtus IAC, eſt le même que celui de l'angle aigu ICZ, qui eſt le complément de la premiere hauteur I ; & le Sinus de l'angle obtus KAC eſt le même que le ſinus de l'angle aigu KCZ, qui eſt le complément de la ſeconde hauteur K.

Donc les différentes Parallaxes d'un même Aſtre, placé à différentes hauteurs au-deſſus de l'horiſon, & toujours également éloigné de la Terre, ſont entre elles comme les Sinus IM, KN, des angles ICZ, KCZ, qui complettent la hauteur de l'Aſtre au Zénith. C. Q. F. D.

1216. COROLLAIRE. *Etant donnée ou trouvée la Parallaxe d'un Aſtre, à une hauteur quelconque : on aura aiſément ſa Parallaxe horiſontale.* (Fig. 13).

EXPLICATION. La Parallaxe donnée ou trouvée à telle hauteur K, eſt à la Parallaxe plus grande dans l'Horiſon H : comme le Sinus KN, eſt au Sinus total.

Par exemple, ſuppoſons que l'Aſtre ait été placé à cinquante-trois degrés au-deſſus de l'horiſon, au moment où l'on a obſervé ſa Parallaxe ; & qu'on lui ait trouvé une Parallaxe de dix-ſept ſecondes. Quelle eſt ſa *Parallaxe horiſontale?*

On la trouvera par cette analogie : la Parallaxe à 53 degrés de hauteur = 17, eſt à la Parallaxe dans l'horiſon ; comme le ſinus de l'angle de 37 degrés qui complettent la hauteur de l'Aſtre au Zénith, eſt au Sinus total ; & en chiffres, 17. *x* :: 60182. 100000.

En diviſant le produit des deux Extrêmes 1700000, par le Moyen connu 60182 : on aura pour quotient $28+\frac{1}{4}$, qui eſt la Parallaxe horiſontale de cet Aſtre, de vingt-huit ſecondes & environ quinze tierces.

1217. REMARQUE. Quand on veut avoir exactement la Parallaxe d'un Aſtre, il faut la prendre à une aſſez grande élévation au-deſſus de l'Horiſon CXV : pour éviter les inconvéniens de la *Réfraction aſtronomique*, qui eſt trop grande dans l'horiſon ; ainſi que nous l'obſerverons bientôt. (*Fig.* 13).

I°. Après avoir trouvé la Parallaxe d'un Aſtre à une hauteur quelconque, où elle eſt moindre que la Parallaxe horiſontale : on cherche & on trouve exactement par le calcul ſa *Parallaxe horiſontale :* qui étant plus grande, eſt propre à donner avec plus de préciſion, la diſtance de cet Aſtre à la Terre ; comme nous l'expliquerons dans peu.

II°. Etant donnée ou trouvée la Parallaxe d'un Aſtre, à une hauteur quelconque I ou K au-deſſus de l'horiſon CXV ; il ſera facile de trouver la *Parallaxe de ce même Aſtre quelconque*, & dans l'horiſon CX où elle eſt dans ſon Maximum, & à toute hauteur aſſignée H ou I ou K au-deſſus de l'horiſon, où elle va en décroiſſant juſqu'au Zénith L Z de l'Obſervateur A.

Suppoſons

Suppoſons qu'en I, à la hauteur de quarante degrés & trente-cinq minutes au-deſſus de l'horiſon CXV, la *Parallaxe de la Lune*, ſoit de trente-ſept minutes *nm* : quelle ſera la grandeur de la Parallaxe V *r* de la Lune, dans l'Horiſon CXV ? On trouvera aiſément cette Parallaxe horiſontale, par cette ſimple Regle de trois : la Parallaxe connue en I, eſt à la Parallaxe inconnue en H ; comme le Sinus connu IM de l'angle de complément, eſt au Sinus connu de l'angle droit, XCL ; lequel Sinus XC eſt le Sinus total 100000 ; l'Aſtre en X dans l'horiſon n'ayant aucune hauteur.

En mettant en chiffres cette même Regle de trois on aura : 37 . *x* :: 64945 . 100000. L'inconnue *x* ſera = environ 57.

III°. Par la même Méthode, étant donnée la Parallaxe du Soleil en I ou en K ; on en trouvera la Parallaxe horiſontale en X.

On voit par là, que la *Table des Parallaxes*, eſt réellement la *Table des Sinus*.

## *PARALLAXE DE LA LUNE ET DU SOLEIL.*

1218. PROBLÊME. *Trouver la parallaxe d'un Aſtre, par exemple, de la Lune & du Soleil.* (Fig. 13).

SOLUTION. Pour ſimplifier & pour faciliter la ſolution de ce Problême intéreſſant : ſuppoſons que l'Obſervateur A eſt placé dans le Plan de l'Equateur terreſtre & céleſte : & que l'Aſtre I fait ſa révolution diurne, réelle ou apparente, autour de la Terre, dans l'orbite XHIKL : orbite placée dans le plan de l'équateur, dont ZVXC repréſente une portion. Nous allons obſerver la Parallaxe de l'Aſtre en I.

I°. Il faut ſavoir avec la plus grande préciſion, combien d'heures, de minutes, de ſecondes, de tierces emploie l'*Aſtre dont on cherche la Parallaxe*, pour paſſer du Méridien ZLC, dans le même Méridien ;

ou la durée préciſe de ſa révolution diurne autour de la Terre, à compter depuis l'inſtant où le centre de l'Aſtre eſt dans le plan du méridien, juſqu'au retour du centre de l'Aſtre dans le même méridien. Suppoſons que ce tems ſoit de vingt-quatre heures moins quarante-huit minutes.

Comme le mouvement d'un Aſtre, dans un même jour, eſt très-ſenſiblement uniforme: il eſt clair qu'il faudra à l'aſtre, ſix heures moins douze minutes, pour aller du méridien ſe coucher dans l'horiſon; ſix heures moins douze minutes, pour aller du couchant dans le méridien vers le Nadir; ſix heures moins douze minutes, pour aller du méridien inférieur ſe lever dans l'horiſon; ſix heures moins douze minutes pour aller de l'horiſon dans le méridien en L.

Si la durée de la *Révolution diurne* de l'Aſtre, eſt de plus ou de moins d'heures & de minutes: cette durée répond toujours aux trois cens ſoixante degrés du grand Cercle céleſte que parcourt ou que paroît parcourir, l'Aſtre vu du centre de la Terre. On trouvera donc toujours en quel inſtant précis il doit être au point où on l'obſerve.

II°. Suppoſons que l'on ait trouvé par le calcul, qu'au moment où l'on obſerve l'aſtre en I; le centre de l'Aſtre doit répondre au point *n*, à cinquante degrés du zénith Z; & que ce même centre de l'Aſtre, vu du point A, ne réponde qu'au point *m*, à dix minutes plus loin du zénith Z.

L'angle *m*I*n*, ou l'angle oppoſé au ſommet AIC, donnera la *Parallaxe de l'Aſtre en I*, laquelle ſera de dix minutes; & cette Parallaxe de l'Aſtre en I, égale à dix minutes, fera trouver ſa Parallaxe horiſontale en HX, qui eſt plus grande. (1217).

Par cette Méthode, ou par d'autres Méthodes ſemblables, on trouvera la Parallaxe du Soleil, de la

Lune, des différentes planetes, des Cometes périhélies & périgées.

La Parallaxe horiſontale du Soleil & de la Lune, eſt toujours à peu de choſe près la même, dans les mêmes points du Ciel : parce que la Lune, le Soleil dans leur périgée, ne ſont pas bien conſidérablement plus près de la Terre, que dans leur apogée.

Il n'en eſt pas de même, pour la parallaxe horiſontale des différentes Planetes ; qui dans leur périgée ſont très-conſidérablement moins éloignées de la Terre, que dans leur apogée. Leur Parallaxe eſt très-notablement plus grande dans le premier cas, que dans le ſecond. (1212).

III° Comme la Réfraction aſtronomique diminue l'effet de la Parallaxe, & la fait paroître plus petite qu'elle n'eſt en effet ; ainſi que nous l'obſerverons bientôt : il faut avoir égard à cette diminution, & ajouter à la Parallaxe trouvée *m* I *n*, ce que la Réfraction doit lui ôter dans la hauteur IM. (1231).

Par exemple, ſi l'Aſtre eſt obſervé en I, à quarante-trois ou quarante-quatre degrés d'élévation au-deſſus de l'horiſon : on trouvera par la Table des Réfractions que ſa Parallaxe *m* I *n* eſt diminuée d'environ une Minute ; & ſi cette Parallaxe trouvée eſt égale à dix minutes, elle eſt réellement de dix minutes plus une Minute.

1219. REMARQUE. Pour trouver la *Parallaxe d'un Aſtre*, il n'eſt pas néceſſaire que l'Aſtre & l'Obſervateur ſoient dans le plan de l'Equateur : comme nous venons de le ſuppoſer, pour faciliter l'intelligence de ce Problême. (*Fig.* 13).

On peut obſerver & déterminer la Parallaxe d'un Aſtre, dans toute Contrée, quelle que ſoit la Latitude de cet aſtre, par des *Méthodes plus compliquées*, dont nous nous diſpenſerons de donner ici une théo-

rie ſuivie & détaillée. On aura l'une des plus ſimples & des plus ſûres dans la pratique : quand *deux Obſervateurs*, placés ſous le même Méridien, à une grande diſtance l'un de l'autre, par exemple, l'un à Paris & l'autre à Colioure ou à Alger, obſerveront exactement le même jour, le paſſage de l'Aſtre par le même Méridien LKIX. L'un verra l'Aſtre en *m* : l'autre le verra en *n* : aucun des deux ne le verra dans ſon vrai lieu R ; & l'angle *n* I *m* en ſera la Parallaxe.

Il nous ſuffira ici d'avoir fait bien voir & bien ſentir qu'il eſt poſſible & comment il eſt poſſible de *trouver la Parallaxe d'un Aſtre* : Parallaxe par le moyen de laquelle on évalue & on détermine la diſtance des Aſtres à la Terre & au Soleil ; & qui eſt un *Element eſſentiel & fondamental* de toute l'Aſtronomie.

I°. Selon les obſervations aſtronomiques les plus exactes & les plus ſûres : la *Parallaxe horiſontale de la Lune*, dans ſa moyenne diſtance de la Terre, eſt à Paris d'environ cinquante-ſept minutes & trois ſecondes.

II°. Ce n'eſt que depuis environ une douzaine d'années, que la Parallaxe du Soleil, a commencé à être bien connue. Le fameux *Paſſage de Venus ſur le Soleil*, en 1769, Paſſage obſervé avec tant de ſoin & à ſi grands frais, dans toutes les Parties du Monde, par les plus habiles Aſtronomes, au nord & au midi, au levant & au couchant, par l'ordre & ſous la protection des différens Souverains de l'Europe, a donné enfin la *Parallaxe du Soleil*, avec toute l'exactitude que l'on peut jamais attendre en ce genre ; & a fixé pour toute la ſuite des ſiecles, les idées des Aſtronomes & des Phyſiciens ſur cet important objet.

La *Parallaxe horiſontale du Soleil*, déduite des différentes Obſervations dont nous venons de parler, eſt de huit Secondes & trente-ſix tierces, ſelon les Réſultats de M. de la Lande ; de huit Secondes &

quarante-deux Tierces, ſelon les Réſultats de M. Pingré : l'incertitude à cet égard, eſt reſtreinte entre ces deux Termes infiniment peu éloignés l'un de l'autre; & il ſera difficile de porter jamais plus loin en ce genre, la certitude & la préciſion.

Dans la Solution du ſecond Problême ſuivant, nous prendrons une eſpece de milieu entre les deux Termes extrêmes de la Parallaxe horiſontale du Soleil; & nous la ſuppoſerons de huit Secondes & quarante Tierces. (1217).

### *USAGE DE LA PARALLAXE.*

Pour réſoudre les deux Problêmes ſuivans, nous emploierons une *Méthode de notre création :* Méthode dont on trouvera & l'explication & la démonſtration, dans notre Cours complet de Mathématiques élémentaires; & qui nous paroît très-propre à ſimplifier les choſes & à diminuer l'embarras des volumes & des opérations, dans les théories & dans les calculs aſtronomiques. (*Math.* 709 & 718).

1220. PROBLEME. *Etant données, la grandeur du Rayon de la Terre, & la Parallaxe horiſontale de la Lune: trouver la diſtance de la Lune au centre de la Terre.* (Fig. 13).

SOLUTION. Soit le centre de la Lune en H, préciſément dans l'horiſon; & l'Angle parallactique *c*H*a* ou AHC, meſuré par l'arc céleſte *a c*, égal à cinquante-ſept minutes trois ſecondes; comme on vient de le déterminer.

Soit auſſi le *Rayon terreſtre donné AC*, égal à 3269985 toiſes; tel qu'il eſt à peu près en France: comme nous le ferons voir ailleurs. (1377).

I°. Dans le Triangle parallactique HACH, on connoît l'angle A, qui eſt droit: puiſque le centre de la Lune eſt ſuppoſé dans l'horiſon. On connoît auſſi l'an-

gle H, qui eſt l'angle de la Parallaxe donnée. On connoît enfin le côté AC, qui eſt le Rayon terreſtre de 3269985 toiſes.

On connoîtra donc les *trois côtés de ce Triangle*, & par conſéquent le côté CH qui meſure la diſtance de la Lune à la Terre; en faiſant cette ſimple Analogie ou cette ſimple Regle de trois : le Sinus connu de l'angle H, eſt au côté oppoſé & connu AC; comme le Sinus connu de l'angle droit A, eſt au côté oppoſé & inconnu CH. (*Math.* 702).

II°. Pour ſoumettre cette analogie ou cette proportion au calcul arithmétique; il faut ſuppoſer *tous les Sinus*, augmentés de deux zéros : comme nous l'expliquons dans notre Cours complet de Mathématiques élémentaires. (*Math.* 709 & 717).

Ainſi, le Sinus total ſera de 1000000000 parties; le Sinus d'une minute, de 290900 parties; le Sinus d'une ſeconde, de 4848 parties.

Je prends d'abord le Sinus de 57 Minutes, qui eſt de 16579900 parties; auquel j'ajoute le Sinus de trois Secondes, ou 14545 parties. Ces deux ſommes, converties en une ſeule, me donnent le Sinus de l'angle H; & j'ai la proportion ſuivante : 16594445 . 3269985 : : 1000000000 . *x*.

En diviſant le produit des deux Moyens, par le premier Extrême : on aura *un Quotient* 197,053,050; qui exprimera en toiſes, la grandeur du côté CH, ou la diſtance moyenne de la Lune au centre de la Terre.

III°. Cette *diſtance moyenne de la Lune au centre de la Terre*, ſelon ce Calcul, eſt de 197053050 toiſes : qui font environ 86162 lieues communes; qui font *environ 60 moyens Rayons de la Terre*, plus un quart de rayon.

1220. II°. REMARQUE. Le Calcul ſera beaucoup plus court & plus facile, dans ce Problême & dans

le Problême ſuivant : ſi on prend le Rayon terreſtre en lieues communes, au lieu de le prendre en toiſes. (*Fig.* 13).

I°. Le *moyen Rayon de la Terre*, eſt de 1430 lieues communes. On aura donc la même proportion en cette maniere : 16594445 . 1430 :: 1000000000 . *x*.

En diviſant le produit des deux Moyens, par le premier Extrême : on aura un *ſemblable Quotient*, qui exprimera en lieues communes, la moyenne diſtance du centre de la Terre au centre de la Lune. Car, dans la Parallaxe donnée, on ſuppoſe la Lune dans ſa moyenne diſtance de la Terre.

En prenant le rayon de la Terre en toiſes, ſoit dans ce Problême, ſoit dans le Problême ſuivant : on ne gagne qu'un peu plus de préciſion ; & en ce genre, l'extrême préciſion eſt une choſe dont on n'a pas beſoin, & à laquelle il ne faut point s'attendre.

II°. La Ligne AH repréſente l'horiſon ſenſible : comme la Ligne CV repréſente l'horiſon aſtronomique ou rationnel. Ces deux horiſons ſe confondent dans le Ciel V ; & l'on peut prendre l'un pour l'autre.

Si l'on veut cependant que la Lune ou le Soleil ſoient placés en X dans l'horiſon rationnel : alors l'Angle VXr ſera l'angle de la Parallaxe donnée ; & dans le *Triangle parallactique XACX*, on connoîtra l'angle X qui eſt donné, l'angle C qui eſt droit, & le côté AC qui eſt le rayon terreſtre.

Par ces trois choſes connues, on trouvera le côté AX, qui eſt la diſtance de l'Obſervateur A à l'Aſtre X dans l'horiſon rationnel : diſtance ſenſiblement égale à la diſtance CX, en telle ſorte que l'on puiſſe prendre l'une pour l'autre, ſans aucune erreur ſenſible. Cette Remarque regarde, comme on voit, & le Problême qui précéde, & le Problême qui ſuit.

1221. PROBLÊME II. *Etant données, la grandeur*

*du Rayon terreſtre & la Parallaxe horiſontale du Soleil : trouver la diſtance du Soleil à la Terre.* (Fig. 13).

SOLUTION. Soit le centre du Soleil en H, préciſément dans l'horiſon où il ſe trouve néceſſairement une fois chaque jour, & où il eſt ſuppoſé dans ce Problême. Soit auſſi l'Angle parallactique *c*H*a* ou CHA, égal à 8 Secondes & 40 Tierces. (1219).

La ſolution de ce Problême, eſt la même que celle du Problême précédent : il ne s'agit que de mettre le Sinus de la Parallaxe du Soleil, à la place du Sinus de la Parallaxe de la Lune.

I°. Dans le *Triangle parallactique HACH*, on connoît l'angle A, qui eſt un angle droit ; l'angle H, qui eſt l'angle donné, de huit Secondes & quarante Tierces, & le côté AC qui eſt de 1440 lieues communes.

On connoîtra donc les *trois côtés de ce Triangle*, & par conſéquent le côté CH, qui meſure la diſtance de la Terre au Soleil, par le moyen de cette proportion géométrique : le Sinus connu de l'angle H, eſt au côté oppoſé & connu ; comme le Sinus connu de l'angle droit A, eſt au côté oppoſé & inconnu CH. (*Math.* 702).

II°. Pour ſoumettre cette Proportion au calcul arithmétique : je ſuppoſe, comme dans le Problême précédent, que tous les Sinus ſont augmentés de deux zéros ; & j'opere encore d'après les mêmes Principes. (*Math.* 709 & 717).

Je prends d'abord le Sinus de 8 Secondes, qui eſt de 38787 parties ; auquel j'ajoute le Sinus de 40 Tierces, ou des deux tiers d'une Seconde, qui eſt de 3232 parties. Ces deux ſommes, converties en une ſomme unique 42019, me donnent le Sinus de l'angle H ; & j'ai la proportion ſuivante, dans laquelle le Rayon terreſtre CA eſt exprimé en lieues communes : 42019 . 1440 :: 1000000000 . *x*.

En diviſant le produit des deux Moyens par le premier Extrême : on aura *un Quotient* 3427010 ; qui exprimera en lieues communes de France, la *moyenne diſtance du centre du Soleil au centre de la Terre.*

Et comme le *diametre du Soleil*, eſt d'environ trois cens vingt mille lieues ; & ſon Rayon, d'environ cent ſoixante mille lieues : il s'enſuit que dans leurs moyennes diſtances, la ſurface de la Terre & la ſurface du Soleil, ne ſont éloignées l'une de l'autre, que d'environ 34,020,210 lieues communes de France.

*DIVERSES DISTANCES DE LA TERRE AU SOLEIL.*

1222. OBSERVATION. La diſtance moyenne du Soleil à la Terre, eſt la diſtance moyenne de la Terre au Soleil, dans l'Orbite elliptique que cette Planete décrit chaque année autour de cet Aſtre. (*Fig.* 23).

Suppoſons que la Courbe CEGT repréſente l'*orbite de la Terre-Planete*, autour du Soleil immobile en S : orbite dont le grand axe eſt de deux mille parties, qui équivalent chacune à 3400 de nos lieues communes ; & dont l'excentricité OS eſt de 168 de ces mêmes parties, qui ſont environ 571200 de ces mêmes lieues communes. (1186 & 1187).

I°. La Terre en C ou en G ſera dans ſa *moyenne Diſtance du Soleil*, éloignée de cet Aſtre, d'un peu plus de trente-quatre millions de nos lieues communes.

Telle eſt la Terre, vers le commencement du printems & de l'automne, ſous la Balance & ſous le Bélier.

II°. La Terre en E ſera dans ſa petite diſtance du Soleil, moins éloignée de cet Aſtre qu'en C, d'environ 571200 de nos lieues communes.

Telle eſt la Terre en hiver, placée au nord de l'Equateur céleſte, ſous les Signes ſeptentrionaux : comme nous l'expliquerons bientôt. (1224).

III°. La Terre en T ſera dans ſa grande diſtance du

Soleil, plus éloignée de cet Aſtre qu'en E, d'environ 1142400 de ces mêmes lieues.

Telle eſt la Terre en été, où elle ſe trouve au midi de l'Equateur céleſte & ſous les Signes méridionaux, un peu plus loin du Soleil qu'en hiver.

IV°. La Diſtance moyenne CS ou GS, priſe deux fois, eſt égale au *grand Axe TOE* de l'Orbite terreſtre. (1176).

Ce grand Axe eſt donc égal au double de la moyenne diſtance de la Terre ; & par conſéquent, d'un peu plus de 68 millions de nos lieues communes.

1223. REMARQUE. La *Parallaxe des Planetes principales & de certaines Cometes*, donnera, par la même méthode & par le même calcul, leur diſtance actuelle de la Terre : mais elle ne donnera pas leur diſtance du Soleil, qu'il faut chercher & déterminer par une théorie différente.

La diſtance moyenne de la Terre au Soleil étant trouvée par le moyen de la Parallaxe horiſontale de cet Aſtre : on trouvera la *diſtance moyenne des Planetes principales & des Cometes au Soleil*, par la ſeconde Loi de Kepler, que nous expliquerons bientôt.

Cette diſtance moyenne de la Terre au Soleil, une fois fixée & déterminée avec une ſuffiſante préciſion, donne aiſément par le calcul, la diſtance moyenne des Planetes & des Cometes, dont on connoît les révolutions périodiques autour de cet Aſtre. (1163).

## *DIAMETRE APPARENT ET DIAMETRE RÉEL DES GLOBES CÉLESTES.*

1224. OBSERVATION. Il eſt conſtant, d'après les Obſervations aſtronomiques, que le *Diametre apparent* du Soleil, de la Lune, des différentes Planetes, eſt tantôt plus grand & tantôt plus petit. Par exemple,

I°. Le *diametre apparent du Soleil*, toutes choſes étant égales d'ailleurs, eſt le plus grand ſous le Capricorne, le plus petit ſous le Cancer, d'une grandeur moyenne ſous le Bélier & ſous la Balance. (*Fig.* 4).

La raiſon de ces phénomenes, c'eſt que le diametre apparent d'un même Objet, eſt d'autant plus grand, que cet objet ſe trouve plus près du Spectateur; & que le Soleil, la Lune, les Planetes, ſont tantôt périgées & tantôt apogées. (918 & 1189).

II°. On voit ici la raiſon de ce que nous venons d'affirmer, qu'*en été le Soleil eſt un peu plus loin de la Terre, qu'en hiver.*

Car, puiſque le diametre apparent du Soleil, ſelon les obſervations aſtronomiques, eſt plus grand ſous le Capricorne en hiver, que ſous le Cancer en été: donc le Soleil ſous le Capricorne en hiver, eſt plus près de la Terre, que ſous le Cancer en été.

Donc encore, *le grand axe de l'Orbite terreſtre, eſt dirigé du nord vers le midi.*

Donc enfin, *le Soleil, qui occupe un Foyer de cette orbite, occupe le Foyer boréal*: comme le repréſente à peu près la quatrieme Figure.

III°. Selon les Tables aſtronomiques de M. de la Hire: le *diametre apparent du Soleil*, dans ſa grandeur moyenne, eſt de 32 minutes 10 ſecondes. Le *diametre apparent de la Lune*, varie depuis 29 minutes & 30 ſecondes, juſqu'à 33 minutes & 30 ſecondes.

IV°. Quant aux *diametres apparens des Planetes*: ils varient d'un Jour à l'autre, ſelon la différente poſition où ſe trouve ſucceſſivement chaque Planete à l'égard de la Terre; & on ne peut en donner une idée fixe, qu'en les ſuppoſant vus d'une diſtance fixe & déterminée, par exemple, qu'en les ſuppoſant vus du Soleil, dans leurs moyennes diſtances de cet Aſtre. Voici la grandeur de ces diametres apparens des

différentes Planetes, telle que l'évalue & la détermine l'Abbé de la Caille, d'après cette ſuppoſition.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mercure . . . | 21 | Mars. . . . . | 12 |
| Vénus . . . . | 29 | Jupiter . . . . | 37 |
| La Terre . . . | 21 | Saturne . . . . | 16 |

Secondes. Secondes.

Le diametre apparent d'une Planete quelconque, augmente & diminue en raiſon inverſe de ſa diſtance. Mars, par exemple, qui eſt vu du Soleil ou de la Terre, ſous un angle optique de 12 Secondes quand il eſt éloigné de la Terre ou du Soleil, d'environ cinquante-deux millions de nos lieues communes (1187), ne ſera vu de la Terre, que ſous un angle optique de *huit Secondes*; quand il ſera éloigné de la Terre, d'environ un tiers de plus. (918).

V°. Quant au *diametre apparent des Etoiles*; il eſt inaſſignable, à raiſon de ſon infinie petiteſſe: celui des plus belles Etoiles, des Etoiles de la premiere grandeur, étant de moins d'une Seconde de degré. (1162).

VI°. Les diametres apparens des Planetes, ſervent à faire trouver leurs diametres réels: ainſi qu'on va le voir ſous les deux Numéros ſuivans.

1225. PROBLEME. *Etant données la diſtance du Soleil à la Terre, & la grandeur de ſon Diametre apparent: trouver la grandeur de ſon Diametre réel.* (Fig. 21).

SOLUTION. Soit SA, la diſtance du Soleil à la Terre, égale à trente-quatre millions de nos lieues communes: ſoit CAB, l'angle qui meſure le diametre apparent du Soleil; angle égal à 32 minutes & 10 ſecondes.

I°. Du point A, où je ſuppoſe obſervé & meſuré le diametre apparent du Soleil, je mene par la penſée, la *Ligne AS*, au centre du Soleil. Cette ligne AS, perpendiculaire au diametre CSB du Soleil, diviſe en deux parties égales, & le diametre réel CB

du Soleil, & l'angle donné CAB qui intercepte ce diametre.

Par ce moyen, j'ai le *Triangle CSA*, rectangle en S, dans lequel je connois le côté SA, qui eſt la diſtance donnée; l'angle CSA, qui eſt droit; l'angle CAS, qui eſt la moitié de l'angle donné; & l'angle ACS, qui eſt le ſupplément à deux angles droits.

J'ai donc, par la plus ſimple théorie des Sinus, la Proportion ſuivante: le Sinus connu de l'angle CAS, eſt au Côté oppoſé & inconnu CS; comme le Sinus connu de l'angle ACS, eſt au Côté oppoſé & connu AS. Le Côté CS eſt la moitié préciſe du diametre réel du Soleil.

II°. En opérant comme nous avons fait précédemment (1220): il eſt facile de ſoumettre cette proportion au calcul arithmétique, par le moyen des Sinus augmentés de deux zéros. (*Math.* 702 & 718).

Le Sinus de l'angle CAS, qui eſt de 16 minutes & 5 ſecondes, eſt égal à 4654200 + 24142 parties, qui ſont 4678442 parties. Le Sinus de l'angle ACS, qui eſt de 89 degrés 43 minutes, *plus* 55 *Secondes*, eſt de 99989100 parties. Le côté AC, qui eſt la diſtance de la Terre au Soleil, eſt d'environ 34000000 lieues communes. Ainſi, 4678442 . *x* :: 99998900 . 34000000.

En diviſant le produit des deux Extrêmes par le Moyen connu, on aura un Quotient 160067; qui exprimera en lieues communes, la grandeur réelle du côté SC; & ce côté SC, pris deux fois, donnera le diametre entier CSB du Soleil.

Selon ce Calcul géométrique, le Demi-diametre ſolaire SC, eſt de 160067 lieues; & le diametre total CSB, de 320134 lieues. Et telle eſt à peu près la grandeur qu'attribuent communément les modernes Aſtronomes au *Diametre réel CSB du Soleil*: Diametre tel à très-peu près que nous l'avons ſuppoſé ailleurs, en

enviſageant en gros & dans une vague généralité, les *Rapports de grandeur*, qui exiſtent entre les Planetes & le Soleil. (1190).

1226. REMARQUE. En appliquant la géométrique théorie de ce dernier Problême, aux différentes Planetes: par le moyen de leurs *Diametres apparents*, on trouvera aiſément & leurs diametres réels, & la diſtance de leur centre à leurs Satellites, ſi elles en ont. Par exemple, (*Fig.* 21):

I°. Si on ſuppoſe que l'*Angle MDN*, ſoit l'angle plus ou moins grand, mais connu, qui embraſſe le diametre apparent MLN ou de la Lune, ou de Jupiter, ou de Venus, ou d'une Comete: étant donnée la diſtance LD de la Planete ou de la Comete à la Terre, *on trouvera par la même méthode & par le même calcul, le Diametre réel de la Planete ou de la Comete.*

C'eſt ainſi que l'on eſt venu à bout de trouver le diametre réel des différentes Planetes, par le moyen de leur *Diametre apparent MLN*, meſuré avec les meilleurs Inſtrumens aſtronomiques. Nous avons marqué ailleurs la grandeur réelle de ces différens Diametres des Planetes, telle qu'on peut la trouver d'après des obſervations qui exigent tant de préciſion, & dans leſquelles la plus petite erreur cauſe des différences aſſez notables dans les réſultats du calcul, (1190).

Le *Diametre réel d'un Globe*, tel que le Soleil, tel qu'une Planete ou une Comete, étant connu: il eſt aiſé d'en trouver géométriquement à très-peu près, & la Circonférence, & la Surface, & la Solidité. (*Math.* 480, 577, 608).

II°. Par la même méthode & par le même calcul, on pourra auſſi *trouver à peu près la diſtance d'un Satellite au centre de ſa Planete.*

Par exemple, quand le Satellite *n* faitſa révolution dans une Courbe *nmn* perpendiculaire au Rayon LT: l'angle DL*n*, eſt un angle droit.

En meſurant l'angle LD*n* ; on aura cette Proportion : le Sinus connu de l'angle LD*n*, eſt au côté oppoſé & inconnu L*n* ; comme le ſinus connu de l'angle L*n*D, eſt au côté oppoſé & connu LD. On trouvera par-là, la valeur du côté L*n*, qui eſt la diſtance du Satellite au centre de ſa Planete.

Si l'angle DL*n* n'eſt pas droit, il faudra par des obſervations très-délicates & très-réfléchies, en connoître la valeur ; & alors la même théorie & la même proportion auront lieu, en y faiſant les changemens qu'exige la différence de l'angle DL*n*.

On ſe borne ordinairement à marquer la diſtance d'un Satellite au centre de ſa Planete, en diametres de cette planete ; comme nous l'avons marquée ailleurs. (1199).

## PARAGRAPHE SECOND.

### LA RÉFRACTION ASTRONOMIQUE.

1227. OBSERVATION. LA *Réfraction aſtronomique*, ainſi que nous l'avons expliqué précédemment (1044), eſt cette Inflexion ABV, que ſouffre la Lumiere dardée par un Aſtre lumineux ou réfléchie par un Aſtre opaque ; en paſſant obliquement des Eſpaces céleſtes dans l'Atmoſphere terreſtre : inflexion d'où réſulte une *Illuſion optique*, à laquelle il faut avoir égard & dont il faut tenir compte, dans les obſervations aſtronomiques. Par exemple, (*fig.* 66) :

I°. En ſuppoſant en V, l'œil de l'Obſervateur : le *Rayon lumineux ABV*, que darde ou que réfléchit un Aſtre quelconque A, s'infléchit & ſe coude vers la Terre, au moment où il entre obliquement en B dans l'Atmoſphere terreſtre *rxyz*.

D'où il arrive que l'*Objet lumineux ou illuminé A*,

qui ſe peint dans l'œil V par le moyen du Rayon infléchi ABV, n'eſt point vu en P où le feroit voir un Rayon non infléchi VcA, mais en R plus près du zénith qu'il ne l'eſt en réalité.

*L'effet propre de la Réfraction aſtronomique*, c'eſt donc de rapprocher l'Aſtre du zénith Z de l'Obſervateur, & de l'éloigner de ſon horiſon TSX.

II°. Il n'y a point de Réfraction aſtronomique pour les Rayons lumineux OAT, XST, ZVT : parce que ces Rayons ſont perpendiculaires au *Milieu réfractant*, ou à l'Atmoſphere terreſtre ; & que la lumiere n'eſſuie aucune réfraction quand elle paſſe perpendiculairement d'un Milieu quelconque, dans un autre Milieu plus ou moins réſiſtant. (987 & 990).

1228. COROLLAIRE. Il réſulte de cette Obſervation générale, que l'*effet de la Réfraction aſtronomique, eſt oppoſé à l'effet de la Parallaxe.*

EXPLICATION. La Parallaxe & la Réfraction aſtronomique font voir un Objet céleſte hors de ſon vrai Lieu optique : la Parallaxe en le rapprochant de l'horiſon (1214) ; la Réfraction aſtronomique en le rapprochant du zénith. Par exemple, (*Fig.* 66).

L'Aſtre que l'on obſerve, étant en A : ſon vrai Lieu optique (1210) ſera en O. La Parallaxe le fera voir en P, plus près de l'horiſon : la Réfraction aſtronomique le fera voir en R un peu au-deſſus de O, plus près du zénith.

Pour avoir la *vraie Parallaxe* d'un Aſtre que l'on obſerve, il faut donc ajouter à la Parallaxe trouvée ; la quantité dont la Réfraction aſtronomique la diminue : puiſque cette Parallaxe trouvée OP, ſeroit plus grande ; ſi les rayons partis de l'aſtre A, ne s'infléchiſſoient pas dans l'Athmoſphere terreſtre.

Par exemple, le point P eſt rapproché du zénith ; par la réfraction qu'eſſuie le Rayon qui le peint dans l'œil ;

l'œil ; & ſi l'Aſtre A eſt à quarante-quatre degrés au-deſſus de l'horiſon, la réfraction de ce rayon eſt d'environ *une Minute*, qu'il faudra ajouter à la Parallaxe trouvée OP. (1231).

*VARIATIONS DANS LA RÉFRACTION.*

1229. OBSERVATION. Selon les Obſervations aſtronomiques de tous les tems & de tous les lieux, (*Fig.* 66) :

I°. Il n'y a point de Réfraction, pour un Aſtre qui eſt préciſément au zénith Z de l'Obſervateur.

La raiſon en eſt, que le rayon par lequel l'Obſervateur voit cet aſtre, eſt perpendiculaire à l'Atmoſphere terreſtre ; & que la Lumiere n'eſſuie aucune réfraction, quand elle tombe perpendiculairement ſur un Milieu quelconque. (987).

II°. La Réfraction eſt la plus grande, quand l'Aſtre eſt dans l'horiſon X de l'obſervateur.

La raiſon en eſt, que le rayon par lequel l'obſervateur V voit cet aſtre, eſſuie pendant un plus long trajet $xV$, le Pouvoir réfractant qui l'incline vers le centre de la Terre. (1045).

III°. La Réfraction va en décroiſſant, depuis l'horiſon juſqu'au zénith de l'obſervateur.

La raiſon en eſt, que le rayon par lequel l'Obſervateur voit cet Aſtre s'élever de l'horiſon au zénith, traverſe une d'autant moindre portion DV & $xV$ de l'Atmoſphere terreſtre, que l'aſtre eſt plus près du zénith.

On trouvera dans la *Table ſuivante*, la quantité dont diminue la Réfraction aſtronomique, depuis l'horiſon juſqu'au zénith, avec toute la préciſion que l'on peut avoir en ce genre.

IV°. La Réfraction eſt la même pour tous les Aſtres A & O, plus ou moins lumineux ou illuminés,

plus ou moins voiſins ou éloignés de la Terre, qui ont une même hauteur ſur l'horiſon.

La raiſon en eſt, que la Réfraction ne dépend, ni de l'éloignement de l'aſtre, ni de la quantité de ſa lumiere; mais ſimplement & uniquement de l'Atmoſphere qui exerce ſon *Pouvoir réfractant* ſur le rayon quelconque qui la pénetre: quelles que ſoient & la ſource & la denſité de ce rayon.

V°. La Réfraction d'un même Aſtre A, au même point du Ciel, n'eſt point parfaitement conſtante, ou égale en elle-même.

La raiſon en eſt, qu'elle doit participer à toutes les variations de la *Cauſe réfractante*; qui eſt l'Air atmoſphérique, tantôt plus & tantôt moins denſe, tantôt plus & tantôt moins chargé d'exhalaiſons & de vapeurs.

1230. COROLLAIRE La Réfraction étant plus grande dans l'horiſon qu'au-deſſus de l'horiſon: il s'enſuit que *le Soleil & la Lune doivent avoir, en ſortant de l'horiſon, une figure un peu ovale, dont le petit diametre ſera le diametre vertical.* (Fig. 66).

EXPLICATION. Soit le Soleil ou la Lune en S, dans l'horiſon ou fort peu au-deſſus de l'horiſon du Point V, où ſe trouve placé l'Obſervateur. Je dis que le diametre vertical *m n* de ces deux Aſtres, doit paroître un peu plus petit que leur diametre horiſontal *a b*.

La raiſon en eſt, que les rayons partis du limbe horiſontal, ſouffrent une *égale Réfraction*; ce qui ne change en rien la grandeur apparente de ce limbe: au lieu que les Rayons *n p* partis du limbe inférieur, ſont plus réfractés & plus rapprochés du zénith, que les rayons *m o* partis du limbe ſupérieur.

On voit ici que ſi ces deux Aſtres paroiſſent plus grands dans l'horiſon, qu'au-deſſus de l'horiſon; cet

effet ne doit point être attribué à la Réfraction aſtronomique : puiſque la Réfraction aſtronomique doit produire un *Effet préciſément contraire*. Cet effet dépend donc d'une autre Cauſe, que nous avons expoſée ailleurs. (936).

La Parallaxe contraire un peu cette diminution apparente du *Diamètre vertical*, dans un Aſtre placé près de l'horiſon ; puiſque la Parallaxe horiſontale étant plus grande que toutes les autres (1213) ; le Limbe inférieur *n* eſt ſoumis à une plus grande parallaxe, que le Limbe ſupérieur : ce qui éloigne néceſſairement un peu l'un de l'autre, ces deux Limbes *m* & *n*.

Mais le raccourciſſement du diamètre vertical *mn*, n'en ſera pas moins réel : par la raiſon qu'en ſuppoſant le *Diamètre apparent* de la Lune & du Soleil, égal à trente minutes, la différence d'abaiſſement opéré par la Parallaxe ſur les Points *m* & *n*, n'eſt que d'environ un vingt millieme de ce Diamètre (1215 & 1217) : au lieu que la différence d'élévation opérée par la Réfraction ſur les deux mêmes Points *m* & *n*, eſt d'environ un tiers de ce même diametre, ainſi qu'on le verra dans la Table ſuivante.

1231. REMARQUE. Comme la connoiſſance de la Réfraction aſtronomique, eſt abſolument néceſſaire pour avoir des *Obſervations exactes ſur les Aſtres* : un grand nombre d'Aſtronomes modernes, ont employé toute l'attention & toute la ſagacité de leur génie, à obſerver & à ſuivre dans le plus grand détail, cette partie de la Phyſique, ignorée des Anciens. De leurs Obſervations & de leurs Spéculations, il réſulte :

I°. Que dans l'horiſon, la Réfraction eſt ſujette à de très-grandes variations, d'un jour à l'autre : étant

tantôt de 32 ou de 33 minutes, tantôt de 36 ou 37 minutes. (1045 & 1229).

II°. Que la Réfraction eſt ſujette à varier encore très-irrégulierement, d'un jour à l'autre, juſqu'à la hauteur de dix ou douze ou quinze degrés au-deſſus de l'horiſon : ce qui fait que l'on tient pour ſuſpectes, la plupart des Obſervations qui ont été faites, lorſque l'Aſtre étoit fort près de l'horiſon.

III°. Qu'à quarante-quatre degrés de hauteur au-deſſus de l'horiſon, la Réfraction n'eſt que d'environ une minute ; & qu'au-delà elle décroît aſſez uniformément juſqu'au zénith, où elle eſt nulle.

Voici, d'après les Bradley & les de Lalande, une Table générale où l'on trouvera en minutes, en ſecondes & en tierces, la *grandeur de la Réfraction aſtronomique*, relativement aux différentes hauteurs d'un Aſtre quelconque : Table tracée d'après les Obſervations les plus exactes & les plus uniformes que l'on puiſſe avoir en ce genre.

Hauteur apparente.

## TABLE DE LA RÉFRACTION ASTRONOMIQUE, DEPUIS L'HORISON JUSQU'AU ZÉNITH.

| Haut. | | Réfraction. | | |
|---|---|---|---|---|
| D. | M. | M. | S. | T. |
| 0 | 0 | 33 | 0 | 0 |
| 0 | 5 | 32 | 10 | 4 |
| 0 | 10 | 31 | 22 | 2 |
| 0 | 15 | 30 | 35 | 4 |
| 0 | 20 | 29 | 49 | 7 |
| 0 | 30 | 28 | 22 | 3 |
| 0 | 32 | 28 | 4 | 8 |
| 0 | 36 | 27 | 30 | 3 |
| 0 | 40 | 26 | 59 | 7 |
| 0 | 50 | 25 | 41 | 8 |
| 1 | 0 | 24 | 28 | 6 |
| 1 | 10 | 23 | 19 | 8 |
| 1 | 20 | 22 | 15 | 2 |
| 1 | 30 | 21 | 14 | 7 |
| 1 | 40 | 20 | 17 | 9 |
| 1 | 50 | 19 | 24 | 8 |
| 2 | 0 | 18 | 35 | 0 |
| 2 | 10 | 17 | 48 | 4 |
| 2 | 20 | 17 | 4 | 5 |
| 2 | 30 | 16 | 23 | 8 |
| 2 | 40 | 15 | 45 | 4 |
| 2 | 50 | 15 | 9 | 4 |
| 3 | 0 | 14 | 35 | 6 |
| 3 | 10 | 14 | 3 | 9 |
| 3 | 20 | 13 | 34 | 1 |
| 3 | 30 | 13 | 6 | 2 |
| 3 | 40 | 12 | 39 | 6 |
| 3 | 50 | 12 | 14 | 6 |
| 4 | 0 | 11 | 51 | 1 |
| 4 | 10 | 11 | 28 | 9 |
| 4 | 20 | 11 | 7 | 9 |
| 4 | 30 | 10 | 48 | 0 |
| 4 | 40 | 10 | 29 | 2 |
| 4 | 50 | 10 | 11 | 3 |
| 5 | 0 | 9 | 54 | 3 |
| 5 | 10 | 9 | 38 | 2 |
| 5 | 20 | 9 | 22 | 8 |
| 5 | 30 | 9 | 8 | 0 |
| 5 | 40 | 8 | 54 | 0 |
| 5 | 50 | 8 | 40 | 6 |
| 6 | 0 | 8 | 27 | 8 |
| 6 | 10 | 8 | 14 | 9 |
| 6 | 20 | 8 | 2 | 8 |
| 6 | 30 | 7 | 51 | 1 |
| 6 | 40 | 7 | 40 | 3 |
| 6 | 50 | 7 | 30 | 2 |
| 7 | 0 | 7 | 20 | 5 |
| 7 | 10 | 7 | 11 | 1 |
| 7 | 20 | 7 | 2 | 1 |
| 7 | 30 | 6 | 53 | 4 |
| 7 | 40 | 6 | 45 | 1 |
| 7 | 50 | 6 | 37 | 1 |
| 8 | 0 | 6 | 29 | 4 |
| 8 | 10 | 6 | 22 | 0 |
| 8 | 20 | 6 | 15 | 2 |
| 8 | 30 | 6 | 8 | 0 |
| 8 | 40 | 6 | 1 | 3 |
| 8 | 50 | 5 | 54 | 8 |
| 9 | 0 | 5 | 48 | 5 |
| 9 | 10 | 5 | 42 | 4 |
| 9 | 20 | 5 | 36 | 5 |
| 9 | 30 | 5 | 30 | 9 |
| 9 | 40 | 5 | 25 | 5 |
| 9 | 50 | 5 | 20 | 0 |
| 10 | 0 | 5 | 14 | 8 |
| 10 | 15 | 5 | 7 | 3 |
| 10 | 30 | 5 | 0 | 1 |
| 10 | 45 | 4 | 53 | 2 |
| 11 | 0 | 4 | 46 | 6 |
| 11 | 15 | 4 | 40 | 3 |
| 11 | 30 | 4 | 34 | 3 |
| 11 | 45 | 4 | 28 | 6 |
| 12 | 0 | 4 | 23 | 2 |
| 12 | 20 | 4 | 16 | 1 |
| 12 | 40 | 4 | 9 | 4 |
| 13 | 0 | 4 | 3 | 0 |
| 13 | 20 | 3 | 56 | 9 |
| 13 | 40 | 3 | 51 | 1 |
| 14 | 0 | 3 | 45 | 5 |
| 14 | 20 | 3 | 40 | 1 |
| 14 | 40 | 3 | 34 | 9 |
| 15 | 0 | 3 | 29 | 9 |
| 15 | 30 | 3 | 23 | 7 |
| 16 | 0 | 3 | 16 | 9 |
| 16 | 30 | 3 | 10 | 5 |
| 17 | 0 | 3 | 4 | 5 |
| 17 | 30 | 2 | 58 | 9 |
| 18 | 0 | 2 | 53 | 6 |
| 18 | 30 | 2 | 48 | 6 |
| 19 | 0 | 2 | 43 | 9 |
| 19 | 30 | 2 | 39 | 4 |
| 20 | 0 | 2 | 35 | 1 |
| 20 | 30 | 2 | 31 | 0 |
| 21 | 0 | 2 | 27 | 2 |
| 21 | 30 | 2 | 23 | 6 |
| 22 | 0 | 2 | 20 | 3 |
| 23 | 0 | 2 | 13 | 7 |
| 24 | 0 | 2 | 7 | 4 |
| 25 | 0 | 2 | 1 | 6 |
| 26 | 0 | 1 | 56 | 2 |
| 27 | 0 | 1 | 51 | 2 |

Hauteur apparente

*Suite de la même Table.*

| Haut. D. | Haut. M. | Refraction. M. | S. | T. |
|---|---|---|---|---|
| 28 | 0 | 1 | 46 | 6 |
| 29 | 0 | 1 | 42 | 4 |
| 30 | 0 | 1 | 38 | 4 |
| 31 | 0 | 1 | 34 | 6 |
| 32 | 0 | 1 | 31 | 0 |
| 33 | 0 | 1 | 27 | 6 |
| 34 | 0 | 1 | 24 | 4 |
| 35 | 0 | 1 | 21 | 4 |
| 36 | 0 | 1 | 18 | 5 |
| 37 | 0 | 1 | 15 | 7 |
| 38 | 0 | 1 | 13 | 0 |
| 39 | 0 | 1 | 10 | 4 |
| 40 | 0 | 1 | 7 | 9 |
| 41 | 0 | 1 | 5 | 5 |
| 42 | 0 | 1 | 3 | 3 |
| 43 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 44 | 0 | 0 | 59 | 3 |
| 45 | 0 | 0 | 57 | 0 |
| 46 | 0 | 0 | 55 | 0 |
| 47 | 0 | 0 | 53 | 1 |
| 48 | 0 | 0 | 51 | 2 |
| 49 | 0 | 0 | 49 | 4 |
| 50 | 0 | 0 | 47 | 6 |
| 51 | 0 | 0 | 45 | 9 |
| 52 | 0 | 0 | 44 | 2 |
| 53 | 0 | 0 | 43 | 6 |
| 54 | 0 | 0 | 41 | 1 |
| 55 | 0 | 0 | 39 | 6 |
| 56 | 0 | 0 | 38 | 2 |
| 57 | 0 | 0 | 36 | 8 |
| 58 | 0 | 0 | 35 | 5 |
| 59 | 0 | 0 | 34 | 2 |
| 60 | 0 | 0 | 33 | 0 |
| 61 | 0 | 0 | 31 | 7 |
| 62 | 0 | 0 | 30 | 4 |
| 63 | 0 | 0 | 29 | 1 |
| 64 | 0 | 0 | 27 | 8 |
| 65 | 0 | 0 | 26 | 6 |
| 66 | 0 | 0 | 25 | 3 |
| 67 | 0 | 0 | 24 | 1 |
| 68 | 0 | 0 | 23 | 0 |
| 69 | 0 | 0 | 21 | 7 |
| 70 | 0 | 0 | 20 | 6 |
| 71 | 0 | 0 | 19 | 5 |
| 72 | 0 | 0 | 18 | 4 |
| 73 | 0 | 0 | 17 | 3 |
| 74 | 0 | 0 | 16 | 2 |
| 75 | 0 | 0 | 15 | 1 |
| 76 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| 77 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 78 | 0 | 0 | 12 | 0 |
| 79 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| 80 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| 81 | 0 | 0 | 9 | 0 |
| 82 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| 83 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 84 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| 85 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 86 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 87 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 88 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 89 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## ARTICLE CINQUIEME.

### THÉORIE DE LA LUNE, ET IDÉE GÉNÉRALE DES ÉCLIPSES.

1232. OBSERVATION. L'ASTRE qui éclaire nos nuits, la *Lune*, eſt une des Planetes ſubalternes ou ſecondaires; & c'eſt celle ſans contredit, qui nous intéreſſe le plus. (*Fig.* 22).

Eloignée de la Terre, dans ſa moyenne diſtance;

d'environ trente diametres terreſtres, ou d'environ quatre-vingt-ſeize mille de nos lieues communes (1220), la Lune fait douze ou treize révolutions autour de la Terre T, centre de ſon Mouvement, d'occident en orient & ſelon l'ordre des Signes, dans la direction BACDA: tandis que la Terre, qui l'emporte avec elle, fait une révolution autour du Soleil, centre de ſon mouvement, dans l'Ecliptique & dans la direction TVXZT.

Dans ſes révolutions ſucceſſives NPRMN, d'occident en orient & ſelon l'ordre & la ſuite des Signes, autour de la Terre T; la Lune ſe préſente toujours à la Terre ſous le *même Hémiſphere*: l'Hémiſphere oppoſé reſte toujours inviſible pour nous. (*Fig.* 65).

Et ſi vers le milieu de l'Hémiſphere viſible, exiſte une *Tâche bien caractériſée*; cette Tache *a* ſera toujours dirigée vers la Terre T: ce qui démontre, ainſi que nous l'obſerverons bientôt, qu'en faiſant une révolution périodique NPRMN autour de la Terre, la Lune fait en même tems une révolution autour de ſon centre & de ſon axe. (1243).

La *théorie de la Lune*, a donné plus de peine aux Aſtronomes, que tout le reſte du Ciel enſemble. C'eſt Newton qui le premier a découvert le *Principe phyſique de tous les Mouvemens de cette Planete*: Mouvemens ſi irréguliers en apparence; mais qui découlent tous du grand Principe de l'Attraction générale: de ſorte que la théorie de la Lune, eſt aujourdhui en priſe à toute la préciſion & à toute la rigueur du calcul; autant que celle des Aſtres dont les Mouvemens ſont les plus ſimples & les plus réguliers. (*).

(*) NOTE. La belle théorie de la Lune, créée par Newton, & adoptée par tous les modernes Phyſiciens & par tous les modernes Aſtronomes, a été attaquée dans ces derniers tems, par une foule de mauvaiſes chicanes, de miſéra-

## PARAGRAPHE PREMIER.

### LA LUNE ET SES DIVERS PHÉNOMENES.

IL eſt très-poſſible & très-facile d'embrouiller, d'embarraſſer, de rendre ſcientifiquement inintelligible & dégoutante, la *théorie de la Lune* : ainſi que l'ont fait quelques Aſtronomes célebres.

Nous allons tâcher de dépouiller cette théorie, de ces deux ſortes de Vices : en la préſentant avec toute la lumiere & tout l'agrément dont elle eſt ſuſceptible ; & en la réduiſant à ce qu'elle a de bien digne d'attention, de bien intéreſſant à connoître.

#### *LES DIFFÉRENTES PHASES DE LA LUNE.*

1233. DÉFINITION. On nomme *Phaſes de la Lune*, les différens aſpects ſous leſquels elle ſe montre à nos regards, en faiſant ſes révolutions ABCDA, autour de la Terre T. (*Fig.* 22).

I°. Quand la Lune eſt en A, entre la terre T & le Soleil : c'eſt *nouvelle Lune*.

La partie éclairée de la Lune, eſt alors toute tournée vers le Soleil, & inviſible à la Terre.

II°. Quand la Lune eſt en B, à quatre-vingt-dix degrés STF du Soleil : c'eſt le *premier Quartier* ou la *premiere Quadrature*. (1191).

On voit alors de la Terre, la *moitié de ſon Diſque*

---

bles difficultés, que nous avons eu la patience de lire & de méditer ; & qui nous ont paru ne mériter aucune réponſe.

Attaquer & combattre aujourdhui ſérieuſement & de bonne foi, dans le grand Newton, la théorie de la Lune, la théorie de la Lumiere, la théorie de l'Attraction ; c'eſt annoncer & afficher authentiquement que l'on n'eſt pas né pour être Phyſicien, pour être Philoſophe. (74, 84, 871, 1415, 1417, 1449, 1480, 1863).

*éclairé*, celle qui eſt tournée vers l'occident.

III°. Quand la Lune eſt en C, à cent quatre-vingt degrés STF + FTG du Soleil : c'eſt *pleine Lune.*

Si la Lune C eſt hors de l'ombre de la Terre : tout ſon *Diſque éclairé* eſt viſible de la Terre.

IV°. Quand la Lune eſt en D, à quatre-vingt-dix degrés STH du Soleil : c'eſt le *dernier Quartier*, ou la *ſeconde Quadrature.*

On voit alors de la Terre, la *moitié de ſon Diſque éclairé*, celle qui eſt tournée vers l'orient.

On nomme *Diſque de la Lune*, la moitié de ſa Surface ſphérique : ſurface qui, à cauſe du grand éloignement qui nous empêche d'en ſaiſir la convexité, ſe montre à nos regards, ſous l'image d'un *Plan circulaire*, obſcur ou éclairé, ou en partie éclairé & en partie obſcur.

### *INCLINAISON DE L'ORBITE DE LA LUNE.*

1234. OBSERVATION. Si l'*Orbite ABCDA de la Lune*, étoit couchée ſur le plan de l'Ecliptique TVXZT : le centre de la Lune ſeroit toujours dans le plan de l'Ecliptique, auſſi bien que le centre de la Terre & le centre du Soleil. (*Fig.* 22).

La Lune, dans chaque révolution ABCDA, éclipſeroit le Soleil en A ; & ſeroit éclipſée par la Terre en C : parce que dans ſa conjonction A & dans ſon oppoſition C, elle ſeroit dans la ligne droite qui enfile les trois centres, du Soleil, de la Terre, de la Lune. Mais la choſe n'eſt point ainſi.

I°. L'Orbite ABCDA de la Lune, eſt toujours inclinée ſur l'Ecliptique TVXZT. Le Plan de la premiere, coupe le Plan de la ſeconde, ſous un angle tantôt un peu plus & tantôt un peu moins grand : ſous un angle qui varie depuis 5 degrés 0 minutes, juſqu'à 5 degrés & 18 minutes ; & dont la grandeur moyenne eſt de cinq degrés & neuf minutes.

Par exemple, ſi ATB eſt le plan de l'Ecliptique ; ATM ſera l'angle d'inclinaiſon de l'Orbite lunaire MNM. (*Fig.* 18).

II°. La Courbe ABCDA que parcourt la Lune dans chaque révolution autour de la Terre, coupe le plan de l'Ecliptique en deux points ; & ces deux points d'interſection, s'appellent les *Nœuds de la Lune.* (*Fig.* 22).

Ces deux Nœuds, ou ces deux Points de l'Orbite lunaire, ſont toujours dans le plan de l'Ecliptique. Le reſte de cette Orbite, eſt hors du plan de l'Ecliptique ; une moitié au nord & l'autre moitié au midi de l'Ecliptique.

La Lune, dans chaque révolution ABCDA & *abcda*, eſt donc tantôt au nord & tantôt au midi de l'Ecliptique ; & dans chaque révolution autour de la Terre, elle paſſe deux fois par le plan de l'Ecliptique, une fois du midi au nord, dans ſon *Nœud aſcendant* ; & une autre fois du nord au midi, dans ſon *Nœud deſcendant.* Ces deux Nœuds de l'Orbite lunaire, ſont mobiles & rétrogrades.

1234. II°. REMARQUE. L'Orbite lunaire ABCDA n'eſt point un Cercle, mais *une Ellipſe*, dont le grand axe BD eſt toujours dirigé vers les Quadratures B & D ; & dont le petit axe AC eſt toujours dirigé vers les Syzigies A & C, qui ſont les conjonctions & les oppoſitions. (*Fig.* 22).

I°. Dans l'Orbite elliptique de la Terre & des autres Planetes, le grand axe TSX eſt ſenſiblement immobile : il eſt toujours dirigé vers les mêmes Points du Ciel G & L, pendant un tems aſſez long.

Il n'en eſt pas de même, à l'égard du *grand axe BD de l'Orbite lunaire.* Au lieu d'être perſévéramment dirigé vers les mêmes Points du Ciel FH ou EK, il s'infléchit d'une lunaiſon à l'autre, de l'occident vers

l'orient & ſelon l'ordre & la ſuite des Signes FGHKLNEF ; & cette Révolution directe BD & *b d* s'effectue & s'acheve en un peu moins de neuf ans, après leſquels le grand axe & le petit axe BD & CA reprennent ſenſiblement leur même poſition à l'égard du Ciel FH & GL.

IIº. En ſuppoſant que la Courbe TVXZT repréſente l'Ecliptique ou l'Orbite de la Terre : le *centre de l'Orbite lunaire*, eſt toujours un Point de cette Orbite de la Terre.

Mais *ces deux Orbites*, celle de la Lune & celle de la Terre, ne ſont point confondues l'une avec l'autre, ne ſont point paralleles entre elles : la premiere eſt inclinée ſur la ſeconde, de part & d'autre au-delà de ſon centre, au moins de cinq degrés, au plus de cinq degrés dix-huit minutes.

IIIº. Le centre de l'Orbite lunaire, étant toujours dans un Point ſucceſſif de l'Ecliptique ; & cette Orbite lunaire étant inclinée à l'Ecliptique : il eſt clair que dans chacune de ſes Révolutions ABDA & *abda* autour de la Terre ; la Lune doit couper l'Ecliptique en deux Points, qui ſont *ſes deux Nœuds*.

Ces deux Points où l'Orbite lunaire coupe l'Ecliptique dans chaque Révolution annuelle TVXZA de la Terre autour du Soleil, ne ſont point perſévéramment les mêmes, & ils vont en rétrogradant dans l'Ecliptique, contre l'ordre & la ſuite des Signes, de *x* en *v*, de *t* en *s*, de *n* en *m*, de *h* en *g*, & ainſi de ſuite : de ſorte que ces Nœuds de la Lune, au bout d'un certain tems, ont atteint & coupé l'Ecliptique en différens Points *x v t n m h g x*, qui en embraſſent toute l'étendue en rétrogradant.

Cette *Révolution rétrograde des Nœuds de la Lune* : s'effectue en un peu moins de dix-neuf ans. (1241).

## *LA FORCE PERTURBATRICE DE LA LUNE, OU L'ATTRACTION DU SOLEIL.*

1235. OBSERVATION. Les Planetes principales, dans leur révolution périodique autour du Soleil, ne ſont ſenſiblement animées que de deux différentes Forces; d'une *Force de projection*, qui tend à les emporter par la tangente à leur Courbe; & d'une *Force de gravitation ou de peſanteur*, qui tend à les emporter par le rayon de leur Courbe, vers le centre du Soleil; centre unique & commun de leurs Mouvemens: comme nous l'avons déjà expliqué ailleurs, & comme nous l'expliquerons encore plus au long dans la ſuite. (360 & 1285).

La Lune, dans ſa révolution périodique autour de la Terre, eſt animée de deux Forces ſemblables; d'une *Force de projection AP*, qui tend à l'emporter par la tangente à ſa Courbe; & d'une *Force de gravitation ou de peſanteur AT*, qui tend à l'emporter par le rayon de ſa Courbe vers le centre de la Terre; centre particulier de ſon mouvement ABCDA autour de la Terre T. (*Fig.* 22).

I°. Si la Lune, pendant ſes révolutions autour de la Terre, n'étoit en priſe qu'à ces deux différentes Forces: ſon mouvement ſeroit régulier, ainſi que celui des Planetes principales: ſa Courbe ABCDA ou *abcda*, ſeroit toujours également applatie ou allongée dans le même ſens & dans la même direction; toujours également inclinée ſur le plan de l'Ecliptique. Mais la choſe n'eſt point ainſi.

II°. La Lune, ainſi que toutes les Planetes principales, a une gravitation ou une peſanteur ou une tendance vers le centre du Soleil. Dans ſes révolutions autour de la Terre, la Lune eſt donc perſévéramment en priſe à une *troiſieme Force* qui agit ſur

elle ; à l'Attraction du Soleil, qui tantôt favoriſe & tantôt contrarie l'Attraction de la Terre.

Delà une *Force perturbatrice*, une Cauſe permanante d'irrégularités dans le Mouvement de la Lune.

1235. II°. EXPLICATION. Il eſt clair, par la théorie du Mouvement, que la Lune ne décrit une *Courbe autour de la Terre*, qu'en vertu d'une Force centrale, qui la fait tendre ſans ceſſe vers la Terre, & qui l'empêche ſans ceſſe de s'enfuir par la Tangente à ſa Courbe ABDA. (*Fig.* 22).

I°. Ainſi que les Planetes principales, la Lune a une tendance vers le Soleil. Mais cette tendance de la Lune vers le Soleil, étant moindre que la tendance de la Lune vers la Terre : la Force ſupérieure l'emporte ſur la force inférieure ; & la Lune reſte captive autour de ſa Planete principale.

II°. L'action attractive du Soleil ſur la Lune, pour être vaincue, n'eſt pas anéantie. Elle doit donc avoir ſon effet, qui eſt d'augmenter ou de diminuer ou d'infléchir la tendance de la Lune vers la Terre : ſelon la différente poſition qu'a la Lune à l'égard du Soleil & de la Terre.

III°. L'action attractive du Soleil ſur la Lune, augmente ou diminue en raiſon inverſe du quarré de la diſtance de la Lune au Soleil. La Lune, tantôt plus près & tantôt plus loin de cet Aſtre, doit donc eſſuyer fort irréguliérement ſon action attractive. (84 & 1416).

IV°. L'action attractive de la Terre ſur la Lune, eſt toujours à peu près perpendiculaire au Mouvement qui tend à l'emporter par la Tangente. L'Attraction de la Terre, agit donc toujours en plein & ſelon toute ſon étendue, ſur la Lune.

V°. Il n'en eſt pas de même, pour l'action attractive du Soleil : laquelle eſt tantôt perpendiculaire, tantôt

parallele, tantôt oblique au Mouvement projectile de la Lune, ou au Mouvement qui tend à l'emporter par la tangente à ſa Courbe.

Cette action attractive du Soleil ſur la Lune, doit donc encore produire des effets fort différens ſur la Lune, ſelon qu'elle agit d'une façon plus ou moins favorable : comme nous allons l'expliquer en conſidérant la Lune dans *deux poſitions differentes*; ſavoir, dans le plan de l'Ecliptique & hors du plan de l'Ecliptique.

### *LA FORCE PERTURBATRICE, DANS L'ECLIPTIQUE.*

1236. EXPLICATION. Conſidérons d'abord la Lune dans le plan de l'Ecliptique, où elle ſe trouve deux fois dans chacune de ſes Révolutions autour de la Terre; & ſuppoſons que *l'Orbite lunaire LOPCL*, ſoit placée toute entiere dans le plan de l'Ecliptique, & confondue avec ce plan. (*Fig.* 15).

I°. Quand la Lune eſt en conjonction en C, dans le plan de l'Ecliptique & ſans aucune latitude; elle eſt plus près du Soleil que la Terre, d'une quantité égale à environ trente diametres terreſtres. (1220).

La Lune en C eſt donc plus fortement attirée que la Terre T vers le Soleil, par l'action attractive de cet aſtre; laquelle eſt toujours & par-tout en raiſon inverſe du quarré de ſa diſtance aux corps attirés C & T. (1273).

Ce *plus de tendance* qu'a la Lune C vers le Soleil S, devient néceſſairement dans elle un moins de tendance vers la Terre T; & la tendance où la peſanteur de la Lune C vers la Terre T, eſt diminuée d'autant.

II°. Quand la Lune eſt en oppoſition en O, dans le plan de l'Ecliptique & ſans aucune latitude : elle eſt plus loin du Soleil que la Terre, d'une quantité égale à environ trente diametres terreſtres.

La Lune en O eſt donc moins fortement attirée que la Terre T vers le Soleil S; & ce *plus de tendance* qu'a la Terre T vers le Soleil S, ſouſtrait d'autant la Terre à la tendance qu'a la Lune vers elle; ou devient réellement dans la Lune un moins de tendance ou de peſanteur dans la direction OTS vers la Terre T.

III°. Quand la lune eſt en L dans ſa premiere Quadrature, dans le plan de l'Ecliptique & ſans aucune latitude; elle eſt en priſe à l'action attractive LS du Soleil.

Cette *Action attractive LS*, qui eſt oblique à l'égard de la Lune L, & qui eſt repréſentée par la diagonale du parallélogramme LTSEL, ſe décompoſe ici en *deux Parties inégales*, dont la premiere LE tend à porter la Lune en E; & dont la ſeconde LT, tend à porter la lune en T.

Cette *Action attractive LS du Soleil*, eſt donc employée en partie à preſſer la Lune L vers le centre T de la Terre; & par conſéquent, à augmenter la tendance ou la peſanteur de la Lune vers la Terre.

IV°. La même choſe arrive, & pour la même raiſon, à la Lune en P, dans ſa ſeconde Quadrature, dans le plan de l'Ecliptique.

*RÉSULTATS DE CETTE THÉORIE DE LA FORCE PERTURBATRICE DANS L'ÉCLIPTIQUE.*

1237. OBSERVATION. De la théorie que nous venons de préſenter & d'établir ſur *l'Action attractive du Soleil à l'égard de la Lune*, réſultent les Vérités ſuivantes: qui doivent ſervir de baſe, à l'explication de pluſieurs grands Phénomenes de la Nature. (*Fig.* 15).

I°. En vertu de l'action attractive du Soleil; la *peſanteur de la Lune vers la Terre*, doit devenir plus grande, quand la Lune eſt dans les Quadratures;

doit devenir plus petite, quand la Lune eſt dans les Syzigies

La raiſon en eſt, que dans les Quadratures L & P, l'action attractive LS du Soleil, ſe décompoſe en deux Forces LT & LE; dont l'une LT eſt employée à preſſer & à pouſſer la Lune L vers la Terre T: ce qui n'a point lieu de même, quand la Lune eſt dans les Syzigies C & O; comme on vient de l'expliquer & de le faire voir.

En vertu de l'Action attractive du Soleil: la *peſanteur de la Lune vers la Terre*, eſt plus diminuée dans les Syzigies, qu'elle n'eſt augmentée dans les Quadratures.

Car l'augmentation de la peſanteur, dans les Quadratures, eſt repréſentée par la ligne LT ou PT: au lieu que la diminution de la peſanteur, dans les Syzigies eſt repréſentée par la différence entre les quarrés des diſtances TS & CS ou TS & OS.

Or on ſait & on trouvera par le calcul, que la diſtance TS eſt à la diſtance CS, à peu près comme 333 eſt à 332. On ſait auſſi que la différence entre les quarrés de deux nombres qui différent d'une unité, eſt environ le double de la différence de ces deux nombres, laquelle eſt ici TC ou TO. (*Math.* 127).

Par conſéquent, la différence entre les quarrés des lignes ou des diſtances CS & TS ou OS & TS, eſt à très-peu près 2TC ou 2TO. D'où il s'enſuit que la diminution de la peſanteur de la Lune vers la Terre, dans les Syzigies C & O, eſt *à peu près double* de l'augmentation de cette même peſanteur dans les Quadratures L & P.

Ainſi, à tout prendre, la *peſanteur de la Lune vers la Terre*, pendant une Révolution entiere, eſt plus diminuée qu'elle n'eſt augmentée, par l'action attractive du Soleil; & dans chaque révolution, la Lune eſt plus attirée vers le Soleil, qu'elle n'eſt preſſée vers

la

la Terre, par cette action du Soleil. Delà une *Cauſe toujours ſubſiſtante*, propre à altérer ſon mouvement autour de la Terre.

Selon les Calculs, l'action du Soleil ſur la Lune, augmente ſa peſanteur naturelle vers la Terre, dans les Quadratures, d'environ un cent ſoixante-dix-huitieme; la diminue dans les Syzigies d'une quantité double, ou d'un quatre-vingt-neuvieme.

III°. En vertu de l'Action attractive du Soleil: la *viteſſe réelle de la Lune*, doit être variable; tantôt diminuer & tantôt augmenter & s'accélérer.

Car, lorſque la Lune va de C en L: ſon *plus de tendance vers le Soleil*, occaſionné par un moindre éloignement de cet Aſtre, doit oppoſer un *plus de réſiſtance à ſa viteſſe*. Et lorſqu'elle va de L en O: ſon moins de tendance vers le Soleil, occaſionné par un plus grand éloignement de cet Aſtre, doit oppoſer un moins de réſiſtance à ſa viteſſe.

Ainſi, en ne conſidérant ici que l'effet de l'action du Soleil ſur la Lune: la *viteſſe de cette Planete*, doit diminuer depuis la Conjonction C, juſqu'à la premiere Quadrature L, pendant le premier quart de ſon mois; doit augmenter enſuite depuis la Quadrature L, juſqu'à l'Oppoſition O, pendant le ſecond quart de ſon mois; doit diminuer de nouveau depuis l'oppoſition O, juſqu'à la ſeconde Quadrature P, pendant le troiſieme quart de ſon mois; doit augmenter de nouveau depuis la ſeconde Quadrature P, juſqu'à la conjonction C, pendant le dernier quart de ſon mois.

IV°. Quoique la peſanteur de la Lune vers la Terre, ſoit plus grande dans les Quadratures que dans les Syzigies: *il ne s'enſuit pas que l'Orbite lunaire doive être applatie vers les Quadratures & allongée vers les Syzigies; il s'enſuit même le contraire.*

Car la peſanteur de la Lune vers la Terre, étant

plus grande en L qu'en O : il eſt clair qu'elle doit infléchir, & avec plus de force, & avec plus de fréquence, *le Mouvement projectile LV de la Lune*, vers le centre de la Terre. Ainſi, le Mouvement projectile LV, plus fortement & plus fréquemment infléchi, au lieu de prendre la direction *Lx*, prendra une direction plus courbe *Lr*; & rapprochera la Lune de la Terre. (*Fig.* 15).

Donc, en ſuppoſant que la Lune ait commencé à ſe mouvoir dans un *Cercle LOPC*: la Force attractive du Soleil, l'aura fait mouvoir dans une Ellipſe *LaPb* : Ellipſe dont le grand Axe ſeroit toujours dirigé vers les Quadratures, ſi elle étoit immobile & invariable.

V°. La Lune en B eſt attirée par le Soleil, avec plus de force que la Terre plus éloignée : mais cet *excès d'Attraction*, qu'eſſuie la Lune en B, n'eſt pas employé tout entier à l'éloigner de la Terre & à la rapprocher du Soleil.

Car, la *Force attractive BS*, qui attire la Lune vers le Soleil, eſt oblique à l'égard de la Lune; & ſe décompoſe en *deux Forces*, qu'il faut analyſer.

Si l'on exprime par TS, la *peſanteur de la Terre vers le Soleil*, il faudra prolonger BS juſqu'en D : afin que BD repréſente la *peſanteur de la Lune vers le même Aſtre*; & former le parallélograme BRDFR, dont BD ſera la diagonale.

On verra alors que la Force BD qui tire obliquement la Lune vers le Soleil, ſe décompoſe en *deux Forces*; l'une BF, égale & parallele à TS peſanteur de la Terre vers le Soleil, laquelle agit dans le même ſens, & ne produit par conſéquent aucune variation dans le Mouvement projectile de la Lune; l'autre BR, qui eſt proprement la *Force perturbatrice*, & dont l'effet eſt le même que celui des deux Forces BM & BN agiſſant conjointement. (346).

De cette Force perturbatrice BR, divisée en *deux Forces BM & BN*, naît dans la Lune en B, & une diminution de Pesanteur, égale à BM; & une augmentation de Vîtesse ou de Mouvement projectile, égale à BN, en supposant que la Lune va de P en C.

VI°. Si on forme sur tous les Points de l'Orbite lunaire, une Figure semblable à celle que nous venons de construire sur le point B: on verra que la Vîtesse de la Lune sera altérée dans tous ces Points, par une *Force semblable à BN*, mais tantôt plus & tantôt moins grande, toujours en conséquence de l'Action oblique du Soleil.

Cette *Force BN* favorise le Mouvement projectile de la Lune, quand elle va de B en C: elle lui nuiroit, si la Lune alloit de B en P: elle favorise ou contrarie d'autant plus ce Mouvement projectile, qu'elle est plus grande; & d'autant moins qu'elle est plus petite.

VII°. Il n'en est pas de même de la *Force BM*: il y a *quatre Points dans l'Orbite lunaire*, où elle est nulle: dans tous les autres Points, elle augmente ou elle diminue la pesanteur de la Lune vers la Terre.

En effet, plus la Lune sera près de la Quadrature P: plus la ligne BF, que l'on doit toujours faire égale à TS, sera élevée vers TP; moins l'angle TBF sera grand. La ligne BR, qui représente la *Force perturbatrice*, & qui fait ici un angle obtus RBT, a fait auparavant un angle droit avec le Rayon vecteur BF, entre P & B: elle fera dans d'autres positions, un angle aigu avec le même Rayon vecteur de la Lune. (*Fig.* 15 & 17).

D'abord, quand la *Force BN* qui influe sur la vîtesse de la Lune, & la *Force MB* qui influe sur sa pesanteur vers la Terre, nées l'une & l'autre de l'At-

traction du Soleil ſur la Lune, ſont entre elles un Angle droit en A *r*: il eſt clair que ces deux Forces ne ſe nuiſent en rien & ne ſe favoriſent en rien, pour rapprocher ou pour éloigner la Lune du centre T de ſon Orbite (348). La Diagonale entre ces deux Forces conſpirantes, tombe ſur l'orbite même de la Lune; & *la peſanteur de la Lune vers la Terre*, n'eſt ni augmentée ni diminuée. C'eſt ce qui arrive dans quatre points de l'Orbite lunaire; ſavoir, en A, en B, en D, en F, à 54 degrés & 44 minutes des Syzigies de part & d'autre. (*Fig.* 17 & 15).

Enſuite, quand les *deux mêmes forces BN & BM* ſont entre elles un angle obtus en BR: il eſt clair que la diagonale BR porte la Lune en R hors de ſon orbite; & alors la Force BM diminue la peſanteur de la Lune vers la Terre. C'eſt ce qui arrive à la Lune dans tout l'Arc ACB, & dans tout l'Arc DOF de ſon Orbite.

Enfin, quand les *deux mêmes Forces BN & BM* ſont entre elle un Angle aigu en L*r*: la diagonale entre ces deux Forces conſpirantes, pénetre dans le plan de l'Orbite lunaire, & y porte la Lune; & alors la Force BM augmente la peſanteur de la Lune vers la Terre. C'eſt ce qui arrive à la Lune, dans tout l'Arc BLD, & dans tout l'Arc FPA de ſon Orbite. (*Fig.* 17).

Ces *deux Arcs BLD & FPA* ſont plus petits que les deux Arcs DOF & ACB: puiſque les deux premiers ne renferment que 141 degrés & 4 minutes; tandis que les deux derniers renferment 218 degrés & 56 minutes.

D'où il réſulte que *l'Action attractive du Soleil*, eſt employée, & plus long-tems & plus fortement, à preſſer la Lune vers le Soleil, qu'à la preſſer vers la Terre; & par conſéquent, que *la tendance de la Lune*

*vers le Soleil, pendant chaque Révolution entiere, eſt réelle & poſitive.*

## *LA FORCE PERTURBATRICE, HORS DE L'ÉCLIPTIQUE.*

1238. EXPLICATION. Conſidérons enſuite la Lune hors du Plan de l'Ecliptique; ſoit dans ſes Syzigies, ſoit dans ſes Quadratures, ſoit dans les tems intermédiaires. (*Fig.* 14).

Il eſt clair que la Lune en A ou en B, hors du plan de l'Ecliptique NRM, tant dans les Syzigies que dans les Quadratures, reſte encore en priſe à la *Force perturbatrice*, à l'Action attractive du Soleil S; laquelle favoriſe ou contrarie l'Action attractive de la Terre ſur la Lune. Cette action attractive du Soleil toujours oblique à l'égard de la Lune placée hors du plan de l'Ecliptique, ſe décompoſe en *deux Forces*, dont l'une tend à attirer la Lune vers le Soleil; & dont l'autre tend à rapprocher la Lune du plan de l'Ecliptique.

Par exemple, ſoit la Lune en A dans ſon oppoſition, à quatre ou cinq degrés au-deſſus ou au-deſſous du plan de l'Ecliptique STMRN: plan dans lequel ſe trouvent toujours les centres de la Terre & du Soleil. Que l'*Orbite AMBNA de la Lune*, coupe le plan de l'Ecliptique, en deux Points M & N, qui ſeront ſes Nœuds.

1°. Si la Lune en A, hors du plan de l'Ecliptique, étoit dépouillée, & de ſon Mouvement projectile AC, & de ſon mouvement centripete AT, n'étant livrée qu'à la ſeule attraction du Soleil, repréſentée par la ligne AS: il eſt clair que la Lune parcourroit la ligne AS; s'approchant à la fois, & du Soleil S, & du plan de l'Ecliptique NRM.

Cette action du Soleil ſur la Lune en A, produiroit donc ſur cette Planete, un mouvement équiva-

lemment double; savoir, une tendance vers le Soleil, & une tendance vers le plan de l'Ecliptique. Cette action du Soleil sur la Lune placée en A, équivaut donc à *deux Forces conspirantes AZ & AT*, en vertu desquelles le Mobile A parcourroit la diagonale AS du Parallélogramme ATSZA.

Cette action AS du Soleil sur la Lune A, se décompose donc en *deux Forces*; dont l'une, représentée par le côté AZ, tendroit à rapprocher la Lune du Soleil; & dont l'autre, représentée par le côté AT, tendroit à rapprocher la Lune du plan de l'Ecliptique, d'où elle est supposée écartée de quelques degrés.

II°. Mais la Lune en A est en prise à la fois, & à sa *Force de projection*, qui tend à l'emporter par la tangente AC; & à l'*attraction de la Terre*, qui tend à l'emporter par le rayon AT, & à l'*attraction du Soleil*, qui tend à l'emporter dans la direction AS. De ces trois Forces combinées, résulte la Courbe AMBNA, qui coupe maintenant l'Ecliptique en MN.

Les deux premieres Forces, toujours opposées à angles droits, luttent toujours perpendiculairement l'une contre l'autre, selon toute l'étendue de leur activité. La troisieme Force, presque toujours oblique aux deux premieres, décompose son action, & n'agit pas toujours selon toute l'étendue de son activité.

Supposons que ces *trois Forces combinées*, en employant chacune toute l'étendue de leur activité contre la Lune A, doivent la conduire de A en M, dans un tems déterminé. Il est clair que si l'une des trois Forces conspirantes, au lieu d'être employée en plein à voiturer la Lune dans l'*Arc AM*, étoit employée en partie à infléchir le mouvement de la Lune vers MRN; la Lune, pendant ce tems déterminé, se porteroit vers *m*, & non en M: puisqu'une partie des Forces qui devoient contribuer à la porter en M,

eſt employée à la détourner de M, & à l'infléchir vers *m*.

III°. Or l'une des trois Forces conſpirantes, ſavoir, la *Force perturbatrice*, ou l'attraction du Soleil, eſt employée en partie à rapprocher la Lune A du plan de l'Ecliptique MRN.

Dans cette Force perturbatrice, repréſentée par ZAT, la *Partie AT*, qui lutte de concert avec l'attraction de la Terre contre la Force projectile AC, infléchit ſans ceſſe de plus en plus cette Force projectile vers le plan de l'Ecliptique MRN; & porte la Lune dans le plan de l'Ecliptique en un Point *m*, moins éloigné & plus occidental que le Point M. La Force perturbatrice ſollicitera donc la Lune, placée hors du plan de l'Ecliptique, à tendre ſans ceſſe à ſe rapprocher de ce Plan.

IV°. La même choſe arrive à la Lune au point B, à quatre ou cinq degrés au-deſſus ou au-deſſous du plan de l'Ecliptique.

Si la Lune en B étoit livrée à la ſeule Force perturbatrice, à la ſeule attraction du Soleil : elle parcourroit la diagonale BS du Parallélogramme BTSVB; s'approchant à la fois, & du Soleil S, & du plan de l'Ecliptique NRTS.

Donc, la Force perturbatrice étant repréſentée par les deux côtés VBT du parallélogramme : *une Partie BT* de cette Force, eſt employée à lutter de concert avec l'attraction de la Terre, contre la Force projectile BD.

Donc ces deux Forces réunies, infléchiſſant de concert la Courbe de la Lune, porteroient cette Planete vers le plan de l'Ecliptique en un point *n*, moins éloigné & plus occidental que le point N.

V°. Il eſt clair encore que la *même décompoſition* de la Force perturbatrice, auroit lieu ſi les points A & B, au lieu d'être dans les Syzigies, étoient dans les

Quadratures. L'action du Soleil AS ou BS, ſeroit employée en partie à attirer la Lune vers le Soleil, & en partie à rapprocher la Lune du plan de l'Ecliptique.

Et c'eſt en effet dans les Quadratures, qu'une plus grande partie de la Force perturbatrice, eſt employée à infléchir le mouvement de la Lune vers le plan de l'Ecliptique; & à faire rétrograder ſes Nœuds d'une plus grande quantité.

VII°. Il ne s'enſuit pas de ce que nous venons de dire ſur la décompoſition & ſur l'action de la *Force perturbatrice*, que l'orbite de la Lune doive à la fin ſe placer toute entiere dans le plan de l'Ecliptique.

La raiſon en eſt, qu'autant que l'Orbite lunaire eſt infléchie en un ſens dans ſa partie MAN; autant elle eſt à peu près infléchie en un ſens oppoſé dans ſa partie NBM : l'inclinaiſon reſte donc toujours à peu près la même.

VII°. Nous aurions pu donner ſur cette petite partie de l'Aſtronomie, des lumieres plus géométriquement analyſées & détaillées; mais elles auroient intéreſſé un trop petit nombre de Lecteurs.

On ne deſire communément des connoiſſances ſur la Lune, qu'autant qu'elles ont un rapport prochain avec les grands Phénomenes de la Nature; tels que les Eclipſes, la grande Révolution du zodiaque, le Mouvement rétrograde de la Terre, le flux & le reflux de la Mer; & celles que nous venons de donner, ſuffiſent pleinement pour remplir cet objet.

*RÉTROGRADATION DES NŒUDS DE LA LUNE.*

1239. COROLLAIRE I. *La Force perturbatrice, ou l'attraction du Soleil, doit faire rétrograder les Nœuds de l'Orbite lunaire.* (Fig. 14).

EXPLICATION. Pour ſimplifier les choſes, pour ne pas embraſſer trop de difficultés à la fois : ſup-

poſons la Terre immobile en T, & la Lune faiſant ſes révolutions autour de la Terre. L'*Orbite lunaire AMBNA*, eſt inclinée ſur le Plan de l'Ecliptique d'environ cinq degrés en A & en B; & elle coupe le plan de l'Ecliptique en deux points M & N, qui ſont ſes Nœuds.

Si la Lune n'avoit aucune *Force perturbatrice* qui altérât ſa Révolution AMBNA autour de la Terre perſévéramment immobile en T : l'Orbite lunaire conſerveroit toujours la même poſition dans le Ciel. La Lune paſſeroit toujours, dans chaque révolution autour de la Terre, dans les mêmes points AMBNA : puiſqu'elle ſeroit toujours livrée aux *mêmes Forces*; à ſon Mouvement projectile par la tangente, & à ſon Mouvement centripete par le rayon.

Son Orbite couperoit donc toujours l'Ecliptique aux mêmes points M & N : qui vus de la Terre, ſeroient rapportés dans le Zodiaque PQXY, aux points Q & Y.

II°. Mais la Lune, hors du plan de l'Ecliptique, en B, par exemple, eſt livrée à *l'Action oblique du Soleil*, qui tend en partie à la rapprocher du plan de l'Ecliptique; & qui, au lieu de la conduire en N, la preſſe & l'infléchit vers l'Ecliptique en un point moins éloigné & plus occidental *n*. (1238).

Ce nouveau Nœud *n*, obſervé de la Terre, ſera vu dans le Zodiaque en P, plus à l'occident que le Nœud précédent N, qui étoit vu en Q. Ce Nœud *n* paroîtra donc avoir rétrogradé contre l'ordre des ſignes, en comparaiſon du Nœud précédent N.

En vertu de cette Action oblique & décompoſée : la Lune, au lieu de tendre vers l'Ecliptique par l'ancienne route BNAMB, y tend par une nouvelle route *b n a m b*; & paſſe par des points différens de l'Eſpace infini répandu autour de la Terre, que nous ſuppoſons toujours immobile au point T.

III°. De même, la Lune en B, hors du plan de l'Ecliptique, ſoit dans les Syzigies, ſoit dans les Quadratures, ſoit dans les tems intermédiaires, eſt en priſe à la *Force perturbatrice* : Force dont une partie tend ſans ceſſe à la rapprocher du plan de l'Ecliptique ; & lui fait atteindre ce Plan dans un Point *m*, moins éloigné & plus occidental que le précédent M.

D'où il arrive qu'au bout d'un certain nombre de révolutions, la Lune a coupé le plan de l'Ecliptique, en une foule de Points qui, vus de la Terre, embraſſent toute l'étendue du Zodiaque, en rétrogradant d'orient en occident contre l'ordre des Signes. (1234).

IV°. On voit par-là que dans la même région du Ciel, *la Lune ne paſſe pas toujours par les mêmes points de l'Eſpace infini* ; & que ſi ſon Orbite laiſſoit des traces permanantes & viſibles dans cet eſpace, on verroit ces Traces AMBNA, *a m b n a*, s'entre-couper les unes les autres, en paſſant les unes ſur les autres, d'orient en occident.

1240. COROLLAIRE II. *Si toute l'Orbite lunaire, toujours inclinée de même ſur le plan de l'Ecliptique, étoit remplie de Globes contigus, ſemblables à la Lune : tous ces Globes rétrograderoient à la fois avec l'Orbite qui les porte.* (Fig. 14).

EXPLICATION. Si l'Orbite lunaire étoit remplie de *Globes contigus*, ſemblables à la Lune : chaque Globe placé hors du plan de l'écliptique, ſeroit en priſe à la Force perturbatrice ; & ſeroit déterminé à rétrograder, par cette force. (1238).

Donc, dans chaque révolution, chacun de ces Globes atteindroit l'Ecliptique ſur un point plus occidental ; en rétrogradant autour du zodiaque contre l'ordre des Signes.

Cet *Anneau de Globes AMBNA*, feroit donc périodiquement une Révolution rétrograde, d'orient en occident, autour des poles de l'Ecliptique, en vertu de la Force perturbatrice; ou de l'attraction du Soleil; & la Révolution rétrograde de cet Anneau idéal, préſente à la fois & à l'imagination & à l'eſprit, une Image ſenſible du *Mouvement retrograde de l'Equateur terreſtre autour des poles de l'Ecliptique*; ou autour d'un Axe terreſtre qui ſe confond ſenſiblement avec l'axe de l'Ecliptique. (1328).

La Terre, renflée vers ſon Equateur, préſente à l'attraction du Soleil, comme un *Anneau ſaillant & incliné au plan de l'Ecliptique.* Chaque partie de cet Anneau, eſt déterminée par l'action oblique du Soleil, à rétrograder; de la même maniere, mais non avec la même viteſſe, que l'Anneau lunaire dont nous venons de parler.

1241. REMARQUE I°. Pour ſimplifier les choſes; nous avons ſuppoſé la Terre immobile en T; & la Lune errante autour de ce point immobile de la Terre, toujours expoſée à peu près de la même maniere à l'action attractive du Soleil. (*Fig.* 14).

Mais comme la Terre, dans ſa révolution annuelle autour du Soleil, emporte avec elle ſa Planete ſecondaire; la Lune change ſans ceſſe de poſition à l'égard de la *Force perturbatrice*: ce qui fait que cette Force perturbatrice, plus grande dans le périhélie, plus petite dans l'aphélie, toujours en raiſon inverſe du quarré de la diſtance du Soleil à la Lune, tantôt plus & tantôt moins oblique à l'égard de cette Planete, y opere ſucceſſivement des effets différens, qui paroiſſent d'abord tout autant d'*irrégularités dans ſon Mouvement*; & qui ne ſont que la ſuite d'une différente action ou application de la même Cauſe.

II°. Pour ſimplifier encore les choſes; nous avons

paru ſuppoſer que l'action attractive du Soleil, fait ſans ceſſe rétrograder les Nœuds de la Lune : ce qui n'a lieu cependant dans chaque révolution, que dans la majeure partie de l'Orbite lunaire ; ou l'action attractive du Soleil ſur la Lune, opere dans cette planete une tendence réelle & poſitive vers le Soleil. (1237).

Ainſi l'*action attractive du Soleil*, opere une Rétrogradation réelle dans les Nœuds de la Lune, pendant chaque révolution de cette Planete autour de la Terre. Mais cette rétrogradation, quoique périodique, n'eſt point uniforme & permanante, pendant tout le mois lunaire. Les nœuds de la Lune, dans leur révolution rétrograde & périodique, ſont quelquefois ſtationnaires, quelquefois plus & quelquefois moins rétrogrades.

Cette *Révolution rétrograde des Nœuds de la Lune*, tantôt ſuſpendue, & tantôt plus ou moins accélérée, s'acheve en près de dix-neuf ans ; ou plus préciſément en 18 ans 224 jours 5 heures, à l'égard du premier Point du Bélier. (*Fig.* 22).

III°. Cette même Force perturbatrice, cette même action attractive du Soleil ſur la Lune, opere auſſi une révolution dans le *grand Axe de l'Orbite Lunaire*; mais une révolution directe & ſelon l'ordre des Signes : comme nous l'expliquerons ailleurs.

Cette révolution BTD, $b$V$d$, $b$X$d$, $b$Z$d$, s'acheve en près de neuf ans ; ou plus préciſément en 8 ans 309 jours 8 heures 20 minutes, à l'égard du premier Point du Bélier.

IV°. Cette même Force perturbatrice, cette même action attractive du Soleil ſur la Lune, fait varier auſſi l'*inclinaiſon de l'Orbite lunaire* ſur le plan de l'Ecliptique, d'une quantité qui va juſqu'à dix-huit ſecondes. (*Fig.* 18).

Cette inclinaiſon de l'Orbite lunaire, change qua-

tre fois à chaque révolution : elle augmente deux fois & diminue deux fois. Elle eſt la plus grande, quand la la ligne des Nœuds concourt avec celle des Quadratures : elle eſt la plus petite, lorſque la ligne des Nœuds concourt avec celle des Syzigies.

V°. La même Force perturbatrice, la même action attractive du Soleil, a priſe ſans doute ſur les Satellites de Saturne & de Jupiter.

Mais comme elle eſt toujours en raiſon inverſe des quarrés de ſa diſtance : il eſt clair qu'elle doit produire ſur ces Satellites, des effets beaucoup moindres que ſur la Lune ; des effets trop peu conſidérables pour être apperçus de la Terre.

### *PRINCIPALES RÉVOLUTIONS DE LA LUNE.*

1242. OBSERVATION. On diſtingue dans la Lune, outre la révolution de ſes Nœuds & de ſes Abſides, dont nous venons de parler, deux principales révolutions autour de la Terre ; une Révolution périodique, à l'égard du premier Point du Bélier ; & une Révolution ſynodique, à l'égard du Soleil. (*Fig.* 22).

I°. La *Révolution périodique de la Lune*, eſt le Mouvement ABCDA autour de la Terre : mouvement par lequel la Lune parcourt toute ſon Orbite, à compter depuis ſon paſſage par le premier point du Bélier, juſqu'à ſon retour dans le premier point du Bélier. Par exemple,

Suppoſons que le *premier Point du Bélier*, ſoit en L, dans le Demi-cercle de Latitude KLE. La Lune en A, obſervée de la Terre, eſt vue en L, ſans longitude & dans le premier point du Bélier.

Quand la Lune aura fait ſa révolution ABCDA, elle ſera encore ſans longitude & dans le premier point du Bélier ; & elle aura achevé ſa révolution autour du premier point du Bélier ; révolution qui dure

27 jours 7 heures 43 minutes 5 ſecondes : c'eſt ſon *Tems périodique*, c'eſt ſon Mois périodique.

II°. La *Révolution ſynodique de la Lune*, eſt une révolution de cet Aſtre autour de la Terre, à compter depuis une conjonction avec le Soleil, juſqu'à la nouvelle conjonction avec le Soleil ; révolution qui eſt de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 ſecondes. C'eſt le *Mois lunaire*, que l'on nomme auſſi Mois ſynodique, plus long que le Tems ou le Mois périodique. Par exemple :

Suppoſons la Lune en A, en conjonction avec le Soleil. Si la Terre reſtoit immobile en T, pendant tout le tems de la révolution lunaire ABCDA : la Lune arrivée en A, ſeroit encore en conjonction avec le Soleil ; & le Mois lunaire ſeroit égal au Tems périodique. (*Fig.* 22).

Mais pendant que la Lune fait ſa révolution périodique autour de la Terre ; la Terre paſſe de T en M dans l'Ecliptique : ce qui change la poſition de la Lune à l'égard du Soleil. Car, après avoir fait ſa révolution périodique ABCDA ou *abcda* ; la Lune en *a*, obſervée de la Terre M, eſt vue en *k* dans le cercle de Latitude KLE qui paſſe par le premier point du Bélier L.

La Lune en *ak*, a donc fait une révolution à l'égard du premier point du Bélier ; ſans avoir fait une révolution à l'égard du Soleil, dont elle eſt encore éloignée de tout l'eſpace intercepté dans l'angle *y* M *a* ou N M *k*.

Pour achever ſa révolution à l'égard du Soleil ; la Lune eſt obligée de parcourir encore l'arc *a y* de ſon Orbite : ce qui exige encore deux jours 5 heures 58 ſecondes.

III°. On voit par-là, pourquoi le *Mois périodique* eſt plus court que le *Mois ſynodique*. Le premier eſt égal ſimplement au tems employé à parcourir toute

l'Orbite lunaire : le ſecond eſt égal au tems employé à parcourir toute l'Orbite *abcda*, plus l'Arc *ay*.

La Lune en *y*, ſera dans la ligne ou dans le plan MS, qui paſſe par le centre du Soleil ; & elle paroîtra avoir fait ſimplement une révolution autour de cet Aſtre : quoiqu'elle ait fait réellement une révolution entiere, plus une partie *ay* d'une autre révolution.

### *MOUVEMENT DE ROTATION, DANS LA LUNE.*

1243. OBSERVATION. La Lune, dans ſa révolution périodique autour de la Terre, nous préſente toujours la *même Face*. Par exemple, (*Fig.* 65) :

Suppoſons au milieu du *Diſque de la Lune*, qui eſt actuellement tourné vers la Terre T, une Tache ſenſible & remarquable *a*. Cette Tache ſera toujours à peu près au milieu du Diſque tourné vers la Terre, dans la nouvelle lune, dans le premier quartier, dans la pleine lune, dans le dernier quartier, dans la nouvelle lune ſuivante, & ainſi de ſuite.

D'où il réſulte que *la Lune fait une révolution ſur elle-même & autour de ſon axe, préciſément dans le même tems qu'elle fait une révolution périodique autour de la Terre T.*

Car, il eſt clair qu'une Perſonne qui tourne autour de moi, par exemple, en me regardant toujours, fait une révolution ſur une ligne menée de ſes pieds à ſa tête, ou *ſur ſon Axe :* à meſure qu'elle fait une révolution autour de moi.

Il eſt évident que la même choſe doit arriver à tout Objet qui tourne autour d'un autre, en le regardant toujours, ou en tournant toujours vers lui la même face. (*Fig.*65).

Concevons dans la Lune, un *Axe AX*, qui paſſe par ſon centre, & qui ſoit à peu près perpendiculaire au Plan NTRPM de l'Orbite lunaire ; ce ſera l'Axe au-

tour duquel la Lune fait une révolution ſur elle-même en un mois, en dirigeant toujours vers la Terre la même Tache & le même Hémiſphere *a*.

Cet Axe AX aboutit aux *deux Poles de la Lune*, qui peuvent l'un & l'autre, être vus de la Terre.

1244. REMARQUE. Quoique la Lune nous préſente toujours les *mêmes Taches :* ces taches paroiſſent cependant, dans chaque révolution de cette Planete, avoir un petit mouvement particulier à l'égard du centre de ſon Diſque. Elles paroiſſent s'en approcher tant en longitude qu'en latitude ; puis s'en écarter, & ſe rétablir à peu près dans le même état : ce qui prouve que l'*Axe AX* dont nous venons de parler, l'Axe autour duquel tournent toutes les parties de la Lune, dans chaque révolution périodique, a une petite Vacillation *rsr* & *vtv*, qui l'incline alternativement d'une quantité très-petite, au nord, au midi, au levant, au couchant ; & qui lui fait décrire irréguliérement une eſpece de petit Cône de part & d'autre, ſur le centre de la Lune.

Ce mouvement de vacillation, s'appelle *Libration de la Lune :* parce qu'il affecte tout le corps & toutes les parties de cette Planete.

## PARAGRAPHE SECOND.

### IDÉE GÉNÉRALE DES ÉCLIPSES.

1245 DÉFINITION I. ON nomme *Eclipſe de Soleil*, une occultation de cet Aſtre ; ou une diſparition de lumiere dans cet Aſtre, cauſée par l'interpoſition de la Lune entre la Terre & le Soleil. Une telle Eclipſe ne peut arriver que dans les Conjonctions, c'eſt-à-dire, dans les nouvelles lunes. Par exemple, (*Fig.* 22) :

1°. La

I°. La Terre étant en T & la Lune en A ; il y aura éclipſe de Soleil : ſi la Lune A eſt dans le plan ou très-près du plan de l'écliptique TVXZ.

Mais ſi la Lune A eſt à environ 34 minutes ou plus, hors du plan de l'écliptique ; il n'y aura point d'éclipſe de ſoleil : parce que la Terre T verra le Soleil S, par le moyen des Rayons qui paſſent à côté de la Lune placée hors du Plan de l'Ecliptique, placée hors de la route qu'ils doivent ſuivre pour atteindre la Terre T.

II°. Dans une *Eclipſe de Soleil*, la Lune paſſe, d'occident en orient, devant le Soleil. Et comme la Lune parcourt douze ou treize fois le Zodiaque, d'occident en orient ; tandis que le Soleil ne fait dans le même Zodiaque, qu'une ſeule révolution, réelle ou apparente, dans le même ſens : c'eſt auſſi dans ce ſens, c'eſt-à-dire, d'occident en orient, que la lune KLH gagne le Soleil de vîteſſe. (*Fig.* 19).

D'où il arrive que l'on voit toujours le Soleil RSV, commencer à s'éclipſer par ſon bord occidental R ; & que *le Soleil reſte éclipſé pour la Contrée terreſtre N*, juſqu'à ce que la Lune, par ſa vîteſſe LH, douze ou treize fois plus grande que la vîteſſe RV du Soleil, ne ſe trouve plus placée entre le Soleil S & la Contrée terreſtre N.

1246. DÉFINITION II. On nomme *Eclipſe de Lune*, une privation ou une ceſſation de lumiere dans cette Planete, occaſionnée par l'interpoſition de la Terre entre le Soleil & la Lune. Une telle éclipſe ne peut arriver que dans les Oppoſitions, c'eſt-à-dire, dans les pleines lunes. Par exemple, (*Fig.* 22) :

I°. La Terre étant en T & la Lune en C ; il y aura éclipſe de Lune : ſi la Lune C eſt dans le plan ou très-près du plan de l'écliptique TVXZT.

Mais ſi la Lune C eſt hors du plan de l'écliptique,

d'une quantité d'environ 34 minutes ou plus, il n'y aura point d'éclipſe de lune : parce qu'alors la Lune C ſera éclairée par des Rayons ſolaires qui paſſent à côté de la Terre toujours placée dans le plan de l'écliptique ; & qui vont ſe rendre ſur la ſurface de la Lune alors placée hors du plan de l'écliptique.

Dans une éclipſe de Lune, la Lune paſſe derriere la Terre ; & ſe plonge dans le Cône ombreux AVB de la Terre, en allant d'occident en orient avec une vîteſſe MN douze ou treize fois plus grande que la vîteſſe GF du Soleil dans le même ſens. (*Fig.* 20).

D'où il arrive que la Lune commence toujours à s'éclipſer par ſon bord oriental *n* ; & qu'elle reſte d'autant plus longtems éclipſée, qu'elle traverſe le Cône ombreux AVB, à une moindre diſtance de la Terre T.

II°. Dans les *éclipſes de Soleil*, l'Aſtre éclipſé ne perd point réellement ſa lumiere. Mais cette lumiere, toujours la même dans le Soleil, n'arrive point juſqu'à la partie de la Terre qu'elle iroit éclairer : parce qu'elle eſt arrêtée dans ſa route, par la ſurface impénétrable de la Lune placée entre le Soleil & la Terre. (*Fig.* 19 & 20).

Dans les *éclipſes de Lune*, l'Aſtre éclipſé perd réellement ſa lumiere : parce que la Lune n'a de lumiere, qu'autant qu'elle en reçoit du Soleil ; & qu'elle ne peut en recevoir du Soleil, quand elle eſt placée dans l'ombre AVB de la Terre, ou quand la Terre eſt placée entre elle & le Soleil.

1247. DÉFINITION III. On nomme *Cône ombreux d'une Planete*, l'Ombre que le diſque de la Planete, moindre que le diſque du ſoleil, forme & traîne toujours derriere elle à l'oppoſite du Soleil, en forme d'un Cône dont la baſe eſt un cercle de la Planete, & dont l'axe eſt une ligne droite qui enfile & le centre

de la Planete & le centre du Soleil. (*Fig.* 19 & 20).

L'*axe du Cône ombreux de la Terre*, eſt toujours dans le plan de l'Ecliptique : l'axe du Cône ombreux des autres Planetes principales ou ſecondaires, n'eſt dans le Plan de l'Ecliptique, que lorſque le centre de ces Planetes ſe trouve dans le Plan de l'écliptique.

Par exemple, AVH eſt le Cône ombreux de la Terre : LTH eſt le Cône ombreux de la Lune. Il eſt clair que ces deux Cônes ombreux auront d'autant moins de longueur, que leur Planete ſera placée plus près du Soleil ; & que le Corps qui traverſera ces *Cônes ombreux*, effuiera une Eclipſe d'autant plus grande & plus longue, qu'il paſſera plus près & de l'axe & de la baſe du Cône qui lui ravit la lumiere du Soleil.

1248. DÉFINITION IV. Les Eclipſes prennent différens noms, ſelon les différences qui les caractériſent.

I°. On nomme *Eclipſes centrales*, celles où le centre de l'Aſtre éclipſé paſſe dans l'axe du Cône ombreux. Dans ce cas, le centre du Soleil, du Globe éclipſé, & du Globe éclipſant, ſe trouvent dans une même ligne droite, au milieu de l'éclipſe.

Par exemple, l'éclipſe de Lune, eſt centrale en L dans l'axe TPV : de même, l'éclipſe de Soleil, eſt centrale en N. (*Fig.* 20 & 19).

II°. Dans les Eclipſes de Soleil, on nomme *Eclipſes annulaires*, celles où le milieu de cet aſtre eſt caché par la Lune : tandis qu'on voit paroître encore dans la circonférence de ſon diſque, un anneau de lumiere.

Ces ſortes d'éclipſes ont lieu, quand la lune M ſe trouve apogée au tems où elle éclipſe centralement le Soleil. (*Fig.* 19).

III°. On nomme *Eclipſes totales*, celles où la lumiere de l'Aſtre éclipſé, diſparoît entiérement. Une

éclipſe de Lune, eſt totale : quand la Lune, en L ou en P, eſt plongée toute entiere dans le Cône ombreux de la Terre (*Fig.* 20).

Une éclipſe de Soleil, eſt totale pour un Lieu N : quand la Lune LH cache totalement la vue du Soleil à ce lieu. (*Fig.* 19).

Si la Lune eſt périgée & ſans latitude en L H : l'éclipſe de Soleil qu'elle occaſionne, ſera, & centrale, & totale, & avec demeure. Si la Lune eſt apogée & ſans latitude en M : cette éclipſe ſera centrale & annulaire.

IV°. On nomme *Eclipſes partiales*, celles où la lumiere de l'Aſtre éclipſé, ne diſparoît que dans une partie de ſon Diſque.

Quand, dans une *éclipſe de Lune*, le diſque viſible de la Lune R, eſt en partie dans le cône ombreux, & en partie hors du cône ombreux, pendant tout le tems de l'éclipſe : cette éclipſe eſt partiale. (*Fig.* 20).

Quand, dans une éclipſe de Soleil, la Lune, en paſſant ſur cet Aſtre, ne cache toujours qu'une portion plus ou moins grande du Diſque ſolaire : cette éclipſe eſt partiale. (*Fig.* 19).

1249. DÉFINITION V. On nomme *Pénombre*, dans les éclipſes des Planetes, une eſpece d'ombre affoiblie, ou une plus ou moins grande diminution de lumiere, dans leur Diſque éclairé, un peu avant qu'elles entrent dans le cône ombreux, & un peu après qu'elles en ſont ſorties. Par exemple, (*Fig.* 20) :

La Lune en M, n'eſt pas encore éclipſée : parce qu'elle eſt encore éclairée par une certaine portion de Rayons ſolaires FAM. Mais elle eſt déjà dans la *Pénombre* : parce que le Globe terreſtre T intercepte une grande portion des Rayons ſolaires qui iroient l'éclairer.

De même, quand le Lieu N eſt totalement plongé

dans l'ombre de la Lune; les Lieux voiſins C & D ſont dans la *Pénombre :* parce qu'ils ne ſont plus éclairés que par une portion plus ou moins grande du diſque ſolaire. (*Fig.* 19).

Dans une *éclipſe de Soleil*, les Lieux qui ſont dans la Pénombre, ne voient qu'une portion du Diſque ſolaire.

1250. REMARQUE I. Dans chaque éclipſe de Soleil & de Lune, ou de telle autre Planete, on obſerve principalement trois choſes; ſavoir, l'*Immerſion*, ou l'entrée de l'Aſtre dans l'ombre; le *milieu de l'Eclipſe*; & l'*Emerſion*, ou la ſortie de l'Aſtre éclipſé hors de l'ombre. (*Fig.* 19).

Quand le Soleil eſt éclipſé : le Cône ombreux LTH de la Lune, paroît prolongé indéfiniment au-delà du Soleil; & le Soleil, obſervé d'un point N, ſemble entrer dans ce cône ombreux RTV par le côté R, pour en ſortir enſuite par le côté V.

I°. Pour déterminer la *grandeur d'une Eclipſe* : on ſuppoſe que l'on a diviſé en douze parties égales, que l'on nomme *Doigts écliptiques*, le diametre de l'Aſtre éclipſé, qui paſſe par le centre de l'ombre, ou qui étant prolongé paſſeroit par le centre de l'ombre, au moment même du milieu de l'Eclipſe.

Après quoi, en comptant combien de parties de ce diametre, ſont couvertes par l'ombre : on dit que telle éclipſe a été ou ſera de 4, ou de 6, ou de 9, ou de 11 doigts; & ainſi du reſte.

II°. Dans les Eclipſes de Lune qui ſont totales, on donne ſouvent plus de douze Doigts à la grandeur de l'Eclipſe; quoique le diametre de la Lune, ſoit ſuppoſé n'être que de douze doigts : ce qui arrive, lorſque le corps de la Lune, eſt plongé dans l'ombre, plus qu'il ne ſeroit néceſſaire pour qu'elle fût totalement éclipſée. (*Fig.* 20).

La raiſon en eſt, que l'on ajoute alors au diametre de la Lune, la partie de l'ombre qui excede ce diametre; & que l'on comprend ſous le nom de *Partie éclipſée*, toute la quantité qui ſeroit en effet éclipſée, ſi la Lune avoit un aſſez grand diametre pour s'étendre juſqu'aux deux extrémités de l'ombre.

Par exemple, la Lune étant en P, ſon éclipſe pourra être de quinze ou dix-huit Doigts écliptiques *r s*. C'eſt en ce ſens que l'Eclipſe de Lune du 23 Décembre 1768, fut de près de vingt-un doigts.

1251. REMARQUE II. Les *Eclipſes de Soleil*, ne ſont point univerſelles, & ne commencent point à la même heure pour toutes les Contrées où elles ſont obſervées. Par exemple, (*Fig.* 19):

I°. L'éclipſe de Soleil RLTHV, que nous ſuppoſerons centrale & totale, commencera en C; paſſera de C en N, de N en D; & ira finir en D. Mais elle finira en C, quand elle commencera plus loin en N ou en D.

II°. Cette Eclipſe ne ſera point viſible pour toute la Terre, mais ſeulement ſur une petite Zone terreſtre où ſe promenera le Cône ombreux LTH de la Lune.

Les Contrées ſituées en-deçà ou en-delà de cette Zone que ſemble balayer le Cône ombreux de la Lune, reſteront librement expoſées aux rayons du Soleil; & ne ſouffriront aucune éclipſe.

1252. REMARQUE III. Les *éclipſes de Lune*, au contraire, ſont univerſelles; commencent & finiſſent au même inſtant, pour toutes les Contrées où le diſque éclairé de la Lune ſeroit viſible, s'il n'y avoit point d'éclipſe. (*Fig.* 20).

I°. Elles ſont univerſelles: en ce ſens qu'elles s'apperçoivent également & de la même maniere, partout où le diſque de la Lune ſeroit vu, s'il n'étoit

pas éclipſé par la Terre. Par exemple, le commencement de l'éclipſe en M, le milieu de l'éclipſe en L, la fin de l'éclipſe en N, ſont vus indifféremment, & du point A, & du point D, & du point B, & de tous les points de la ſurface terreſtre qui eſt tournée vers la lune éclipſée. Cette éclipſe de Lune, eſt donc univerſelle pour tous les Peuples qui habitent cette partie de la ſurface terreſtre.

II°. Elles commencent & finiſſent au même inſtant pour les Peuples qui l'obſervent, ſavoir, à l'inſtant où commence l'immerſion M, & où finit l'émerſion N : puiſque ces inſtans ſont ceux où la Planete éclipſée entre dans le cône ombreux, & ſort du cône ombreux AVB. (*Fig.* 20).

III°. Cette *identité de Tems*, dans le commencement, dans le milieu, dans la fin des Eclipſes de Lune, ſert à déterminer les Longitudes terreſtres ; ou à faire connoître de combien de degrés, de minutes, de ſecondes, un lieu eſt plus à l'orient que l'autre.

Par exemple, ſuppoſons que ADB repréſente l'Equateur ou un cercle parallele à l'équateur. L'immerſion commence au même inſtant pour la Ville *d* & pour la Ville D. Suppoſant que cet *inſtant de l'immerſion*, ſoit minuit pour la Ville D, & onze heures pour la Ville *d*.

Il eſt clair que la Ville D eſt plus orientale que la Ville *d* ; & que leur *différence de Longitude*, eſt l'arc que parcourt le Soleil dans ſa révolution diurne en une heure de tems, c'eſt-à-dire, un arc de 15 degrés.

Donc la Ville *d* & la Ville D different en longitude, de 15 degrés. Donc l'Arc terreſtre *d*D, ſemblable à l'Arc que parcourt ou ſemble parcourir le Soleil dans le Ciel en une heure de tems, eſt de 15 degrés ; & ainſi du reſte.

IV°. Comme la Terre éclipſe la Lune : de même Jupiter éclipſe ſes Satellites ; & ces *éclipſes des Satelli-*

*tes de Jupiter*, ainſi que celles de la Lune, ſont univerſelles, commencent & finiſſent au même inſtant; & peuvent ſervir de même, à déterminer les *Longitudes des divers lieux terreſtres :* avec cette différence, qui eſt à leur avantage, qu'elles arrivent très-fréquemment; & qu'elles ſont en quelque ſorte journalieres.

Par exemple, le premier Satellite de Jupiter, ſouffre une éclipſe, à peu près toutes les quarante-deux heures. (1199, 894, 1370).

1253. REMARQUE IV. Si l'Orbite de la Lune, au lieu d'être inclinée d'environ cinq degrés ſur le plan de l'Ecliptique, étoit couchée ſur ce plan de l'Ecliptique & confondue avec lui : chaque révolution ſynodique de la Lune, donneroit une éclipſe de Soleil dans la conjonction, & une éclipſe de Lune dans l'oppoſition. (1232 & 1234).

Mais comme il n'y a jamais que deux points de cette Orbite, qui ſoient dans le plan de l'Ecliptique; & que ces *deux Points*, que l'on nomme les Nœuds de la Lune ou de l'Orbite lunaire, ſont ſouvent très-éloignés des conjonctions & des oppoſitions : il doit arriver très-ſouvent que dans les conjonctions & dans les oppoſitions de la Lune avec le Soleil, la Lune écartée tantôt d'un degré, tantôt de deux, de trois, de quatre ou de cinq degrés du plan de l'Ecliptique, ne donne & ne ſouffre aucune éclipſe. En général,

I°. Il y a *éclipſe de Soleil*, toutes les fois que la latitude de la Lune en conjonction, eſt moindre que le demi-diametre apparent du Soleil, plus le demi-diametre apparent de la Lune. (*Fig.* 19).

Et comme la *ſomme de ces deux demi-diametres*, fait au plus 33 ou 34 minutes, & au moins 30 ou 31 minutes (1224) : il n'y aura point d'éclipſe de Soleil, quand la Lune en conjonction aura plus de 34 minutes de latitude.

Il y aura toujours *éclipſe de Soleil* : quand la Lune en conjonction aura moins de 30 minutes de latitude ; & cette éclipſe de Soleil, ſera d'autant plus grande, que la latitude actuelle de la Lune, approchera plus de zéro.

II°. Il y a *éclipſe de Lune*, toutes les fois que la latitude de la Lune en oppoſition, eſt moindre que le demi-diametre apparent de la Lune, plus le demi-diametre apparent de l'Ombre terreſtre AVB, pris dans l'endroit où la Lune traverſe le Cône ombreux en P ou en L ou en R. (*Fig.* 20).

1254. REMARQUE V. On conçoit, d'après tout ce que nous venons de dire, & ſur la Lune, & ſur les Eclipſes, comment il eſt poſſible de *calculer les Eclipſes de Soleil & de Lune à l'infini*, ſoit pour le paſſé, ſoit pour l'avenir. (*Fig.* 19 & 20).

Il s'agit pour cela, de combiner enſemble, le mouvement périodique de la Lune autour de la Terre & du Zodiaque, le mouvement périodique & rétrograde des Nœuds de la Lune autour de l'Ecliptique, le mouvement périodique du Soleil ou de la Terre autour de la même Ecliptique. (*Fig.* 22).

I°. Quand la Lune & un de ſes Nœuds A, vus de la Terre, coïncident ſur le Lieu L de l'Ecliptique, où doit être le Soleil : il doit y avoir pour ce tems, une *éclipſe de Soleil.*

II°. Quand la Lune & un de ſes Nœuds C, vus de la Terre, coïncident ſur un point G du Ciel, diamétralement oppoſé au lieu où doit être au même inſtant le Soleil : il doit y avoir pour ce tems, une *éclipſe de Lune.*

III°. En ſuivant, & en déterminant ſucceſſivement la différente poſition des Nœuds de la Lune à l'égard de la Lune & du Soleil : on trouvera, ſoit pour le paſſé, ſoit pour l'avenir, toutes les poſitions poſſibles

qui ont dû ou qui devront donner une *éclipſe plus ou moins grande*, de Soleil ou de Lune.

IV°. Comme le *Calcul des Eclipſes paſſées & futures*, eſt néceſſairement très-difficile & très compliqué; nous nous abſtiendrons ici de le développer : nous contentant d'avoir fait entrevoir les Principes d'où il doit dépendre.

Les Perſonnes qui voudront ſe donner la peine ou le plaiſir de ce Calcul, pourront conſulter l'Aſtronomie des Caſſini, des de la Caille, des de la Lande. Là elles trouveront, non des Méthodes aveugles & fautives, mais des *Méthodes ſcientifiques*, des Méthodes établies ſur des Principes démontrés & aſſervies à des Formules infaillibles, des Méthodes qui les meneront à la Vérité par les ſentiers de l'évidence; & dans leſquelles exiſte toute la ſimplicité & toute la lumiere que peut admettre la complication & la difficulté d'un tel ſujet.

## TROISIEME SECTION.

### THÉORIE DES LOIX DE KÉPLER.

1255. OBSERVATION. AVANT Képler, on ſe bornoit à obſerver ſoigneuſement les *divers Mouvemens* de chaque Planete en particulier, dans les différens points de ſon Orbite: ſans penſer que ces divers Mouvemens fuſſent ſoumis à aucune *Loi commune*; & que la connoiſſance de l'un, pût mener à la connoiſſance de l'autre. (*Fig.* 23).

Ayant découvert ou obſervé que les Planetes mettent d'autant plus de tems à faire leur révolution autour du Soleil, qu'elles en étoient plus éloignées; & s'étant bien aſſuré que la *Viteſſe réelle* d'une même

Planete T, plus ou moins éloignée du Soleil, de Mars par exemple, croît de plus en plus depuis l'aphélie T juſqu'au Périhélie E, décroît enſuite de moins en moins depuis le périhélie juſqu'à l'aphélie; ce grand Aſtronome oſa ſoupçonner que le Mouvement de chaque Planete, dans les différens points de ſon Orbite, devoit avoir quelque Rapport, & avec la durée de ſa Révolution, & avec ſon éloignement du Soleil S.

Il chercha donc ce *double Rapport*; &, après mille & mille fauſſes ſuppoſitions, il trouva enfin la véritable; c'eſt-à-dire qu'il découvrit le grand ſecret de la Nature, ou les *deux Loix générales* ſelon leſquelles tous les Aſtres errans font leurs Révolutions périodiques autour de leur centre de Mouvement.

Ces deux Loix générales auxquelles la Poſtérité a conſervé le nom du grand homme qui les découvrit, conſtatées par les Obſervations aſtronomiques, appuyées ſur des Principes phyſiques, ſuſceptibles de toute la rigueur des démonſtrations & des calculs mathématiques, ſont regardées aujourdhui par tous les Aſtronomes, comme deux *Vérités fondamentales*, comme deux Axiomes qui doivent ſervir de baſe à toute la Théorie aſtronomique. Avant de les expoſer & de les développer, il eſt à propos de donner quelques définitions & quelques connoiſſances, d'où dépend néceſſairement leur intelligibilité.

### *NOTIONS PRÉLIMINAIRES, SUR LES DEUX LOIX DE KÉPLER.*

1256. OBSERVATION I. Il eſt démontré par les Obſervations aſtronomiques, qu'une même Planete quelconque T, Mars par exemple, en faiſant ſa révolution périodique autour de ſon centre de Mouvement S, a une *Viteſſe réelle* d'autant plus grande, qu'elle eſt plus près de ſon centre de mouvement; d'autant plus pe-

tite, qu'elle eſt plus loin de ſon centre de mouvement. Par exemple, (*Fig.* 23):

La Planete quelconque T, en faiſant ſa Révolution périodique autour de ſon centre de Mouvement S, a *ſa plus petite Viteſſe réelle*, en T; & cette Viteſſe augmente ſucceſſivement & continuellement de T, en A, de A en B, de B en C, de C en D, de D en E, où elle eſt dans ſon plus grand degré d'accroiſſement.

Enſuite, depuis le point E, cette Viteſſe diminue ſucceſſivement & continuellement dans la même proportion, de E en F, de F en G, de G en H, de H en I, de I en T; où la Viteſſe ceſſe de diminuer pour recommencer à croître.

I°. Comme la Planete, principale ou ſecondaire, dans les différens points de ſon Orbite, ſe trouve toujours à l'extrémité d'un Rayon plus ou moins long, qui ſemble la porter & qui aboutit à ſon centre de Mouvement: on nomme ces différens Rayons ST, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, Rayons, vecteurs.

II°. Comme la Planete, en paſſant du point T à un autre point A de ſon Orbite, ſemble toujours portée par ſon Rayon: ce Rayon, tantôt croiſſant & tantôt décroiſſant, étant ſuppoſé laiſſer des traces de lui-même dans tous les points où il paſſe, forme un *Triangle mixtiligne TSAT* ou *BSCB* ou *GSHG*.

L'eſpace renfermé entre deux Rayons vecteurs & l'Arc qu'ils interceptent dans l'Orbite de la Planete, ſe nomme *Aire du Triangle*. L'eſpace STAS eſt l'aire d'un triangle: l'eſpace DSED eſt l'aire d'un autre triangle.

1257. OBSERVATION II. Il eſt clair que la Planete principale ou ſecondaire T, ne peut décrire une *Courbe rentrante ſur elle-même*, autour de ſon centre de Mou-

vement S : ſans avoir dans chaque point de ſon Orbite, une *Force TM*, dans la direction de la Tangente ; & une autre *Force TN*, dans la direction du Rayon vecteur. (*Fig.* 23).

Si la Planete en T, n'avoit que la Force TM : elle ſe mouvroit à l'infini dans la direction TM prolongée ; ſans ſe détourner vers les points A & B. Si la même Planete en T, n'avoit que la Force TN ; elle tendroit uniquement vers le centre S de ſon Mouvement : ſans s'écarter vers les points A & B.

En vertu de ces *deux Forces conſpirantes TM & TN*, la Planete parcourt à chaque inſtant, dans un point quelconque de ſon Orbite, la petite Diagonale TA d'une petit Parallélogramme formé ſur la direction & ſur la proportion actuelle de ces deux Forces : comme nous l'avons déjà obſervé & expliqué ailleurs. (362).

I°. La *Force TM*, en vertu de laquelle la Planete, en un point quelconque T de ſa Courbe ou de ſon Orbite, tend à s'enfuir par la tangente, ſe nomme *Force projectile*.

II°. La *Force TN*, par laquelle la Planete, en un point quelconque T de ſa Courbe, tend vers le centre de ſon mouvement, ſe nomme *Force centripete*, ou Force centrale.

III°. La Force par laquelle la Planete, en un point quelconque T de ſa Courbe, tend à s'éloigner de ſon centre de mouvement, ſe nomme *Force centrifuge*.

On va voir quelle différence il y a entre la Force projectile & la Force centrifuge.

1258. ASSERTION I. *La Force centrifuge naît de la Force projectile ; mais elle n'eſt pas la même choſe que la Force projectile.* (Fig. 24).

EXPLICATION. Soit AB, la *Force projectile* de la Planete A, pour un jour ; ou la quantité d'eſpace

qu'elle parcourroit en un jour par la tangente à ſa Courbe, ſi elle n'étoit détournée de cette direction par aucune Force centripete. La Planete A, en vertu de ſon Mouvement projectile AB, iroit en un jour de A en B; & s'éloigneroit de ſon centre C, de la quantité DB.

Cette quantité DB exprime la valeur de la *Force centrifuge*, née de la Force projectile AB; mais moindre que cette Force projectile, qui n'eſt pas employée toute entiere à éloigner le Mobile A de ſon centre C de mouvement.

I°. Un Mobile qui décrit un Cercle autour de ſon centre de Mouvement, eſt par-tout à égale diſtance de ce centre de mouvement. Donc, dans un Mobile qui décrit un Cercle, la Force centrifuge eſt conſtamment & perſévéramment égale à la Force centripete: puiſque ſi l'une de ces deux Forces oppoſées prévaloit ſur l'autre; le Mobile s'approcheroit ou s'éloigneroit de ſon centre de mouvement. (*Fig.* 24).

Le Mobile A, livré à la Force projectile AB, ne peut ſe porter de A en D, toujours à égale diſtance de ſon centre de mouvement C: ſans avoir ſur chaque point de ſa Courbe, une force centripete AX, préciſément égale à la force centrifuge DB.

Autant que la Force DB tend à éloigner le Mobile de ſon centre de Mouvement: autant préciſément la Force égale & oppoſée AX tend à l'en rapprocher; & l'*égalité de diſtance* au centre C de mouvement, reſte & ſubſiſte.

II°. Un Mobile qui décrit un Ellipſe A*m* ou *A n* autour de ſon centre de mouvement, s'approche ou s'éloigne ſucceſſivement de ce centre de mouvement. Donc, *dans un Mobile qui décrit un Ellipſe, la Force centrifuge eſt tantôt plus grande & tantôt plus petite que la Force centripete.*

Quand le Mobile va de A en *n*; il s'éloigne de ſon

centre de mouvement, de la quantité D*n*. Donc la Force centrifuge excede alors la Force centripete d'une quantité égale à D*n*.

Quand le Mobile va de A en *m*; il s'approche de ſon centre de mouvement de la quantité D*m*. Donc la Force centripete excede alors la Force centrifuge, d'une quantité égale à D*m*.

III°. Nous ferons voir ailleurs que ces deux Forces variables croiſſent & décroiſſent ſelon différentes proportions : que la Force centripete eſt toujours en raiſon inverſe des quarrés des diſtances ; & que la Force centrifuge eſt toujours en raiſon inverſe des Cubes des diſtances. (1273 & 1298).

Par exemple, ſi on compare la Force centripete d'un Mobile en A, à la Force centripete du même Mobile en *m* : cette Force centripete eſt en A, comme le quarré de la diſtance *m*C; & en *m*, comme le quarré de la diſtance AC.

Si on compare enſuite la Force centrifuge du même Mobile en A, à la Force centrifuge du même Mobile en *m* : cette Force centrifuge ſera en A, comme le Cube de la diſtance ou du rayon vecteur *m*C; & en *m*, comme le Cube du rayon vecteur AC.

Dans le Cercle, où les diſtances meſurées par les Rayons vecteurs AC & DC, ſont toujours égales; la Force centrifuge & la Force centripete, une fois égales, reſtent toujours égales.

1259. ASSERTION II. *La Planete A, livrée à la Force projectile AB & à la Force centripete AX, ſoit qu'elle décrive un Cercle, ſoit qu'elle décrive une Ellipſe, reſte toujours dans un Plan formé ſur les deux directions de la Force projectile & de la Force centripete; & ce Plan paſſe par le centre C de Mouvement.* (Fig. 24).

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que la Force

projectile & la Force centripete, égales ou inégales, qui voiturent la Planete dans ſon Orbite, n'ont aucune impulſion qui tende *hors d'un Plan* qui paſſeroit par leurs deux directions.

La Planete, livrée à ces deux Forces, dont l'une ſe convertit en partie en Force centrifuge, n'a donc rien qui puiſſe la porter hors de ce Plan. Elle doit par conſéquent reſter toujours dans ce Plan, plus ou moins loin de ſon centre de Mouvement.

I°. Si la Planete A exiſtoit ſeule dans la Nature, plus ou moins loin du Soleil; ſa Courbe, vue du centre du Soleil, répondroit éternellement aux mêmes points du Ciel MNOP, pendant chaque révolution.

Elle ſeroit toujours dans un même Plan indéfini, qui paſſeroit par le centre du Soleil C, & par les points FAB *n* D *m*.

II°. Mais ſi la même Planete A eſt alternativement attirée vers le nord ou vers le midi par d'autres Planetes ou Cometes : elle pourra ſortir de ſon Plan primitif, tantôt s'éloignant & tantôt ſe rapprochant de ſon plan primitif.

Delà réſultera une *Courbe variable*, & plus ou moins irréguliere.

III°. Mais comme l'Action attractive qu'ont les Planetes les unes ſur les autres, eſt très-peu conſidérable en comparaiſon de l'action attractive immenſément plus grande du Soleil (1445) : il s'enſuit que chaque Planete principale, auſſi bien que chaque Comete, doit reſter ſenſiblement dans le *même Plan primitif;* ou ne s'en écarter que d'une quantité comme infiniment petite, qui ne pourra être apperçue que très-difficilement.

De là, l'immobilité ſenſible de leurs Plans, & l'inclinaiſon ſenſiblement fixe & conſtante de leurs Orbites ſur le plan de l'Ecliptique. (1180).

PREMIERE

## PREMIERE LOI DE KÉPLER.

1260. *Les Aires des Triangles que décrivent les Rayons vecteurs d'une même Planete, pendant ſa Révolution périodique autour de ſon centre de Mouvement, ſont proportionnelles aux Tems employés à les parcourir.* (Fig. 23).

EXPLICATION. Quoiqu'une même Planete ait tantôt plus & tantôt moins de vîteſſe, dans ſon Orbite; & que les Arcs AB, BC, CD, DE, que décrit ou que parcourt ſon centre, dans un tems déterminé, par exemple, dans une minute ou dans une heure ou dans un jour, ſoient tantôt plus & tantôt moins grands: les *aires des Triangles* que décrivent ſes Rayons vecteurs, ſont toujours comme les Tems employés à les parcourir; égales dans des tems égaux, doubles dans un tems double, quadruples dans un tems quadruple; & ainſi du reſte. Tel eſt le Sens de cette premiere Loi. Par exemple,

I°. Suppoſons que la Courbe TCEGT, repréſente l'Orbite que décrit autour du Soleil, le centre de Jupiter en douze ans. L'*Aire TSAT*, parcourue dans la premiere année, ſera égale à l'Aire ASBA, parcourue dans la ſeconde année: l'Aire BSDCB, parcourue en deux ans, ſera préciſément double de chacune des deux précédentes.

Ce que nous diſons ici des Aires parcourues en une année, on peut le dire de même des Aires parcourues en un mois, en un jour, en une heure, en une minute, en une ſeconde. *La grandeur des Aires*, eſt toujours & par-tout proportionnelle à la grandeur des Tems. De ſorte qu'en connoiſſant la durée de la Révolution périodique d'une Planete, & la grandeur de l'Aire qu'elle parcourt en un tems déterminé: on connoît la grandeur entiere de toute ſon Aire, ou de l'eſpace renfermée dans toute ſon Orbite TCEGT.

II°. Selon cette premiere Loi, les deux Triangles mixtilignes TSAT & CSDC, que nous ſuppoſerons parcourus dans des tems égaux, ſont égaux entre eux en ſurface; & cependant l'arc TA du premier eſt plus petit que l'arc CD du ſecond: parce que la *viteſſe de la Planete*, eſt plus petite en TA qu'en CD. Il faut donc, pour que l'égalité de ſurface ſubſiſte entre ces deux Triangles, que l'un gagne par l'aggrandiſſement de ſon arc, autant qu'il perd par la diminution de ſes côtés; & que la Planete s'approche d'autant plus de ſon centre, qu'elle acquiert plus de viteſſe, & qu'elle parcourt un plus grand arc dans un même tems.

Telle eſt la premiere Loi de Képler: Loi conſtatée & démontrée par l'obſervation de tous les Phénomenes aſtronomiques auxquels elle eſt relative; & qui a lieu, de l'aveu unanime de tous les modernes Aſtronomes, non-ſeulement dans les mouvemens des Planetes & des Cometes autour du Soleil, mais encore dans les mouvemens des *Planetes ſecondaires* autour de leur Planete principale, par exemple, de la Lune autour de la Terre.

1260. II°. REMARQUE. Cette premiere Loi de Képler, eſt le fondement inébranlable de toute la théorie de Newton, ſur l'*Attraction réciproque* de tous les Corps qui forment ce viſible Univers.

Après avoir découvert & démontré que la *peſanteur des Corps ſublunaires*, vers le centre de la Terre, eſt toujours & par-tout en raiſon inverſe des Quarrés de leur diſtance du centre de la Terre: ce grand Géometre obſerva que ſa Découverte n'étoit qu'une dépendance de la premiere Loi de Képler; & fit voir, par un enchaînement de démonſtrations géométriques, également lumineuſes & profondes, que cette premiere Loi de Képler, ne pouvoit avoir lieu: ſans

que la *Force centripete* d'une même Planete ou Comete quelconque, augmentât & diminuât alternativement en raiſon inverſe des quarrés de ſes diſtances; ſans que la *Force centrifuge* de la même Planete ou Comete, augmentât ou diminuât alternativement en raiſon inverſe des cubes de ſes diſtances, ou des cubes de ſes différens rayons vecteurs, tantôt plus & tantôt moins longs.

De ſorte que la théorie géométrique de Newton ſur le Mouvement des Planetes & des Cometes autour de leur centre de mouvement, n'eſt proprement qu'un Corollaire général d'une *Loi de la Nature*, que les Obſervations aſtronomiques avoient fait connoître; & que cette Loi, manifeſtée par les obſervations aſtronomiques, n'eſt qu'une conſéquence néceſſaire de la théorie du Mouvement, tel que nos yeux nous le montrent dans les Aſtres errans.

Quel triomphe pour Képler, s'il avoit pu découvrir ou prévoir que ſes Obſervations n'étoient qu'une dépendance des Principes géométriques & des Cauſes phyſiques!

## SECONDE LOI DE KÉPLER.

1261 *Les Planetes principales, placées à différentes diſtances du Soleil, font chacune leur Révolution périodique autour de cet Aſtre, centre commun de leur mouvement: en telle ſorte que les quarrés de leurs Tems périodiques, ſont entre eux, comme les cubes de leurs moyennes Diſtances du Soleil.*

Cette Proportion, dans laquelle les trois premiers termes donnés & connus feront connoître le *quatrieme Terme inconnu*, peut s'exprimer algébriquement en cette maniere: $tt . TT :: ddd . DDD$; ou en celle-ci, qui eſt préciſément la même choſe: $t . TT :: d^3 . D^3$.

EXPLICATION. Après avoir déterminé la durée pré-

ciſe de la Révolution périodique de chaque Planete principale ; après avoir cherché par le moyen de la Parallaxe, la diſtance moyenne des différentes Planètes au Soleil : Képler découvrit qu'il y avoit un *Rapport général & conſtant*, entre la durée des révolutions & la diſtance moyenne des différentes Planètes ; & ce rapport eſt celui qu'énonce cette ſeconde Loi de Képler : Loi célebre & fondamentale, qui conſtatée, ainſi que la précédente, & par les Obſervations aſtronomiques & par des Démonſtrations géométriques, ſoumet à la lumiere & à la préciſion du Calcul, tous les mouvemens des Planetes & des Cometes dont on connoît les Tems périodiques.

I°. Soit que l'on compare les *Tems périodiques connus*, aux Diſtances moyennes, dont l'une ſeroit inconnue ; ſoit que l'on compare les *Diſtances moyennes connues*, aux Tems périodiques dont l'un ſeroit inconnu : on trouve toujours la quantité inconnue, par le moyen d'une ſimple Regle de trois, en prenant pour un des termes de la proportion, la *diſtance moyenne de la Terre*, qui eſt la plus facile à connoître & la mieux connue, en cette maniere :

Le quarré du tems périodique de la Terre, eſt au quarré du tems périodique de Saturne, par exemple ; comme le cube de la diſtance moyenne de la Terre, eſt à *x* qui ſera le cube de la diſtance moyenne de Saturne.

Les trois premiers termes connus font trouver aiſément le quatrieme, dont il faudra extraire la racine cubique ; & cette racine cubique exprimera la diſtance moyenne de Saturne, que l'on cherchoit.

On trouvera dans notre Cours complet de Mathématiques élémentaires, une *Méthode facile* pour extraire, & les Racines cubiques & les Racines quarrées d'un nombre quelconque. (*Math.* 129 & 145).

II°. Cette ſeconde Loi de Képler, s'obſerve & ſe

vérifie dans toutes les Planetes principales, pendant leur Révolution périodique autour du Soleil : comme on peut aiſément s'en convaincre, en l'appliquant ſucceſſivement aux différentes Planetes dont le Tems périodique & la Diſtance moyenne ſont bien connus.

Depuis que l'on a analyſé & développé cette même Loi, & que l'on a reconnu qu'elle convient généralement à tout Corps qui décrit autour d'un centre quelconque, une *Courbe rentrante ſur elle-même* : on l'a appliquée auſſi aux Cometes, qui décrivent des Ellipſes immenſement excentriques autour du Soleil; & aux Planetes ſecondaires, qui décrivent des Ellipſes plus ou moins excentriques autour de leur Planete principale.

Les Obſervations aſtronomiques ont démontré que cette Application étoit juſte; & que cette ſeconde Loi avoit lieu, non-ſeulement à l'égard des Planetes principales, mais encore à l'égard des Cometes, & à l'égard des différens Satellites d'une même Planete.

1262. COROLLAIRE. *Dans les Révolutions des Planetes & des Cometes autour du Soleil : les Tems périodiques ſont entre eux, comme les racines quarrées des Cubes des diſtances moyennes; & les Diſtances moyennes ſont entre elles, comme les racines cubiques des Quarrés des tems périodiques.*

DÉMONSTRATION. On ſait que toute Grandeur mathématique peut être conſidérée, ou comme *une Racine*, qui n'eſt produite par rien; ou comme *un Quarré*, qui eſt produit par ſa racine quarrée; ou comme *un Cube*, qui eſt produit par ſa racine cubique.

Par exemple, la Grandeur $tt$ peut être conſidérée, ou comme une racine; ou comme un quarré, dont la racine eſt $t$; ou comme un cube, dont la racine $x$, multipliée par elle-même, & multipliant ſon Produit, donneroit une grandeur égale à $tt$.

On ſait auſſi que toute Proportion géométrique donne toujours un Rapport permanant entre les Racines $a.b::c.d$; entre les Quarrés $aa.bb::cc.dd$; & entre les cubes $aaa.bbb::ccc.ddd$ de ces mêmes Racines. (*Math.* 225 & 228).

I°. Puiſque, ſelon la ſeconde Loi précédente, $tt = d^3$: en diviſant ces deux grandeurs égales, que nous conſidérerons ici comme *deux Quarrés*, par la grandeur qui les produit & qui eſt leur racine quarrée; on aura $\sqrt{tt}$ ou $t = \sqrt{d^3}$.

Donc, puiſque $tt.TT::d^3.D^3$: on aura $t.T::\sqrt{d^3}.\sqrt{D^3}$. Donc les Tems périodiques ſont entre eux, comme les *Racines quarrées* des cubes des Diſtances.

Cette Regle ou cette Loi induit quelquefois en erreur les Commençans: qui s'imaginent que les Racines quarrées des Cubes des diſtances, ſont les diſtances elles-mêmes. Ils ſe trompent: ces Racines ſont des *Quantités proportionnelles*, qu'il faut élever à leurs quarrés, pour en extraire les Racines cubiques, leſquelles exprimeront les diſtances reſpectives.

Par exemple, ayant formé cette Proportion: le tems périodique de la Terre 1, eſt au tems périodique de Mars 2; comme 1000000, qui eſt la racine quarrée du cube de 10000, diſtance moyenne de la Terre; eſt à $x$ ou à 2000000, qui ſera la racine quarrée du cube de la diſtance moyenne de Mars:

Elevez ces *deux Racines* 1000000 & 2000000, à leurs quarrés: vous aurez les Cubes des deux Diſtances moyennes.

Extrayez la *Racine cubique* de ces deux Cubes 1000000000000 & 4000000000000: ces deux Racines cubiques 10000 & 15874 environ, exprimeront en parties proportionnelles, les Diſtances moyennes de la Terre & de Mars au Soleil.

Mais la diſtance moyenne de Mars 15874, ſera un

peu trop grande : parce que dans cette Proportion, on a ſuppoſé ſon Tems périodique égal à deux ans ; quoiqu'il ne ſoit pas même de 23 mois. Le nombre 2 trop grand a donné & une Racine quarrée & un Cube trop grands. En prenant le Tems périodique de la Terre & de Mars en heures : on trouvera par la même Méthode, la diſtance moyenne de Mars, juſte & préciſe. (1179 & 1186).

II°. Puiſque, ſelon la ſeconde Loi précédente $tt = d^3$ : en conſidérant ces deux grandeurs égales comme *deux Cubes*, on verra que la racine cubique de la premiere eſt néceſſairement égale à la racine cubique de la ſeconde, laquelle exprime une diſtance.

Donc, en réduiſant ces deux cubes égaux à leur racine cubique, on aura $\sqrt[3]{d^3}$ ou $d = \sqrt[3]{tt}$.

Donc, puiſque $tt . TT :: d^3 . D^3$ : on aura $d . D :: \sqrt[3]{tt} . \sqrt[3]{TT}$.

Donc les diſtances moyennes ſont entre elles, comme les racines cubiques des quarrés des tems périodiques.

Donc, par exemple, la diſtance moyenne de la Terre 10000, eſt à la diſtance moyenne de Saturne $x$ : comme la racine cubique du quarré du tems périodique de la Terre, eſt à la racine cubique du quarré du tems périodique de Saturne.

1263. PROBLÊME. *Etant donnés le Tems périodique de la Terre, la Diſtance moyenne de la Terre au Soleil, le Tems périodique d'une Planete ou Comete quelconque : trouver la Diſtance moyenne de cette Planete ou Comete au Soleil.*

On peut réſoudre indifféremment ce Problême fondamental, ou par le *Rapport du quarré des tems aux cubes des diſtances* ; ou par le *Rapport des tems aux racines quarrées des cubes des diſtances* ; ou par le *Rap-*

*port des diſtances aux racines cubiques des quarrés des tems.*

Nous allons donner une Solution relative à chacun de ces Rapports. Le premier & le dernier nous paroiſſent plus ſimples ou moins embarraſſans que le ſecond. (1179 & 1186).

SOLUTION I. Les *Tems périodiques* étant donnés, ou en années, ou en jours, ou en heures, ou en minutes, ſelon que l'on voudra avoir plus de préciſion : on élevera ſéparément chacun des Tems donnés, à ſon quarré. On prendra enſuite la diſtance moyenne de la Terre, ou en parties proportionnelles 10000, ou en parties abſolues 34000000. Enfin, d'après la ſeconde Loi de Képler, on fera la Proportion ſuivante : le quarré du tems périodique de la Terre, eſt au quarré du tems périodique de telle Planete ou Comete ; comme le cube de la diſtance moyenne de la Terre, eſt à $x$ ; qui ſera le *quatrieme Terme* dont la racine cubique exprimera la moyenne diſtance de la Planete ou de la Comete au Soleil. (1186 & 1221).

I°. Par exemple, ſoit le Tems périodique de la Terre en heures 8766, dont le quarré eſt 76842756 ; le Tems périodique de Mercure en heures 2111, dont le quarré eſt 4456321 ; la diſtance moyenne de la Terre 10000 parties, dont le cube eſt 1000000000000. On aura les trois premiers termes connus de la Proportion ſuivante : 76842756 . 4456321 : : 1000000000000 . $x$.

Diviſez le produit des deux Moyens par le premier Extrême : vous aurez pour Quotient 57992698534, qui ſera le quatrieme terme de la proportion, ou le Cube de la moyenne diſtance de Mercure.

Extrayez la *Racine cubique* de ce quatrieme Terme : vous trouverez pour racine cubique, le nombre 3872, qui exprimera en parties proportionnelles, la moyenne diſtance de Mercure au Soleil. (1186).

II°. Par exemple encore, ſoit le Tems périodique

de la Terre, égal à 1 an; le Tems périodique de la Comete de 1759, égal à 76 ans, dont le quarré eſt 5776 : vous aurez de même la Proportion ſuivante : 1 . 5776 : : 1000000000000 . *x*.

Le quatrieme Terme 5776000000000000 eſt le Cube de la diſtance moyenne de cette Comete; & la Racine cubique 179420 de ce quatrieme Terme, exprimera en parties proportionnelles la diſtance moyenne de cette Comete au Soleil. (1205 & 1186).

SOLUTION II. En prenant le rapport des Tems périodiques aux racines quarrées des Cubes des diſtances, on aura cette Proportion : le Tems périodique de la Terre, eſt au tems périodique de telle Planete ou Comete; comme la racine quarrée du cube de la moyenne diſtance de la Terre, eſt à un quatrieme terme qu'il faudra élever à ſon quarré pour en extraire la racine cubique, qui exprimera la diſtance cherchée.

Par exemple, ſoit en nombres ronds, le tems périodique de la Terre un an, le tems périodique de Saturne 30 ans; la racine quarrée du cube de la moyenne diſtance dela Terre 1000000. On aura cette proportion : 1 . 30 : : 1000000 . *x*.

Elevez le quatrieme terme à ſon quarré; & extrayez la racine cubique de ce quarré : vous aurez en parties proportionnelles, la diſtance moyenne de Saturne.

Mais, pour avoir avec plus de préciſion cette diſtance moyenne de Saturne, il faut exprimer les deux tems périodiques en jours ou en heures : parce que le tems périodique de Saturne n'eſt pas tout-à-fait trente fois plus grand que celui de la Terre. (1179).

SOLUTION III. En prenant le rapport des Diſtances moyennes aux racines cubiques des quarrés des Tems périodiques, on aura encore la Proportion ſuivante : la diſtance moyenne de la Terre, eſt à la diſtance

moyenne de telle Planete ou Comete ; comme la racine cubique du quarré du tems périodique de la Terre, eſt à la racine cubique du quarré du tems périodique de telle Planete ou Comete.

I°. Par exemple, les quarrés des Tems périodiques de la Terre & de Mercure, étant donnés en heures, comme nous venons de les marquer : on aura 10000 . $x$ :: $\sqrt{}$ 76842756 . $\sqrt{}$ 4456321.

Extrayez les racines cubiques des quarrés des tems périodiques : ces deux racines ſeront 425 & 164. Subſtituez ces *deux Racines cubiques* à leurs nombres reſpectifs, dans la Proportion précédente ; & vous aurez : 10000 . $x$ :: 425 . 164.

En diviſant le produit des deux Extrêmes par le Moyen connu : vous aurez le *quatrieme Terme inconnu*, qui exprimera la diſtance moyenne de Mercure au Soleil.

II°. Quand, en extrayant les Racines cubiques des quarrés des Tems périodiques, on a dans les deux Nombres, des Reſtes proportionnellement trop inégaux : il faut ajouter à chacun des quarrés des Tems, trois ou ſix ou neuf zéros ; & extraire la Racine cubique de ces nombres ainſi augmentés proportionnellement. (*Math.* 135).

Par exemple, dans le cas préſent, où la Racine cubique 164 a un trop grand reſte : en ajoutant trois zéros aux quarrés des Tems de la Terre & de Mercure, on aura reſpectivement pour Racines cubiques 4251 & 1646 ; & la Proportion 10000 . $x$ :: 4251 . 1646, donnera aſſez exactement la vraie Diſtance moyenne de Mercure 3872, telle que la donnent les Obſervations aſtronomiques, & telles que nous l'avons marquée ailleurs. (1186 & 1179).

1264. REMARQUE. Comme cette ſeconde Loi de Képler ; a lieu à l'égard de tous les Corps qui dé-

crivent une *Courbe rentrante sur elle-même* autour d'un même centre de mouvement : étant donnés, la distance moyenne d'un Satellite à sa Planete, le tems périodique de ce Satellite A, & le tems périodique d'un autre Satellite B ; on trouvera de même la distance moyenne du Satellite B, que l'on suppose inconnue, en faisant l'une des trois proportions précédentes.

Par exemple, le quarré du tems périodique du Satellite A, est au quarré du tems périodique du Satellite B ; comme le cube de la distance du premier, est au cube de la distance inconnue du second. Nous avons fait voir ailleurs, comment on peut trouver la *distance d'un Satellite à sa Planete.* (1226).

### THÉORIE DES LOIX DE KÉPLER.

Il n'a manqué à la gloire de Képler, en découvrant les *deux fameuses Loix de la Nature*, dont nous venons de donner une idée générale, que de démontrer qu'elles découlent de la théorie même du Mouvement & de la Pesanteur des Corps. Ce qu'il ne fit pas, un petit nombre de profonds Géometres l'a fait, d'après le grand Newton. Nous nous bornerons ici à poser les Principes les plus lumineux & les plus sensibles de cette sublime & profonde théorie.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### THÉORIE DE LA PREMIERE LOI.

1265. THÉORÊME I. *UN Corps qui se meut dans une Courbe, est perséveramment animé de deux Forces ; l'une projectile & dans la direction de la Tangente, l'autre centrale & dans la direction du Rayon.* (Fig. 23).

DÉMONSTRATION. I°. Comme les Corps sont

indifférens par leur nature au mouvement & au repos: il eſt clair que ſi le Corps T tend du point T au point A; il faut qu'il ait eu une impulſion ou l'équivalent d'une impulſion, capable de le tirer du point T, où par lui-même il reſteroit éternellement en repos.

II°. Comme un Corps ne peut ſe mouvoir dans une Courbe, ſans paſſer d'un point T de cette Courbe au point ſuivant & contigu; & que *deux points contigus d'un Courbe*, forment néceſſairement une ligne droite: il eſt clair que tout Corps qui ſe meut dans une Courbe, a un mouvement qui commence à chaque inſtant en ligne droite, dans la direction AM.

III°. Comme le Mouvement tend par ſa nature, à ſuivre ſa direction primitive en ligne droite: il eſt clair que le mouvement qui s'effectue en ligne courbe, exige une Force permanante, qui détourne à chaque inſtant le Mobile de la ligne droite que forment néceſſairement deux points contigus; pour le faire paſſer à un *troiſieme Point*, qui ne ſera plus dans la direction des deux précédens. (308).

IV°. Il faut donc que le Mobile T, qui ſe porte de T en A, ait une Force projectile TM dans la direction de la Tangente, & une Force centrale TN dans la direction du Rayon; & que ces *deux Forces* ſubſiſtent & ſe contrebalancent perſévéramment dans le centre du Mobile, ſur chaque point TCEGT de ſa Courbe, & pendant toute la durée de ſa Révolution: ſoit que ces deux Forces demeurent toujours conſtantes, ſoit qu'elles aient des variations dans leur intenſité ou dans leur grandeur abſolue. C. Q. F. D.

1266. THÉORÊME II. *Un Corps livré à deux Forces, l'une projectile & l'autre centrale, doit décrire une Courbe concave, dont le Plan paſſera toujours par le centre de Mouvement.* (Fig. 23).

DÉMONSTRATION. I°. Selon la *théorie du Mouvement composé :* tout Mobile livré à deux Forces conſpirantes doit décrire la diagonale d'un Parallélogramme conſtruit ſur la direction & ſur la proportion des deux Forces conſpirantes. (345).

Donc le Mobile T, tendant à s'enfuir par la tangente TM, & attiré vers S par une Force centrale TN, doit décrire dans un tems infiniment court, la diagonale TA du Parallélogramme TNAM.

Donc le même Mobile, ſur un Point quelconque de ſa Courbe, livré aux deux mêmes Forces conſpirantes, doit décrire la diagonale d'un ſemblable Parallélogramme : comme nous l'avons déjà fait voir ailleurs. (361 & 362).

Or, il eſt clair que la ſomme de toutes ces diagonales infiniment petites, forme une Courbe continue, dont la concavité eſt dirigée vers le centre S de Mouvement.

II°. Le Plan de cette Courbe, paſſera par le centre de Mouvement S. Car, quelle que ſoit la direction de la Force projectile TM ; ſoit qu'elle tende plus ou moins vers le nord, ſoit qu'elle tende plus ou moins vers le midi ou vers tel autre point quelconque : il eſt clair que du centre de mouvement S, on peut faire paſſer un Plan par cette direction TM ; & que la Force centripete TN du Mobile, ſera toujours dans ce Plan.

Donc le Mobile T ſe trouvera dans ce Plan : puiſque ce Mobile n'a aucune Force qui le porte hors de ce plan. Donc la Courbe plus ou moins infléchie, qui ſera décrite par le centre du Mobile, ſera toujours dans un Plan qui paſſe par le centre de Mouvement, où tend toujours l'impulſion de la Force centrale. C. Q. F. D.

1267. REMARQUE. Avant de développer les effets

que doivent produire la *Force projectile* & la *Force centrale*, par leur action combinée ſur le Mobile : il eſt néceſſaire d'obſerver & de connoître quelles Variations ſouffrent ces deux Forces, dans les différentes poſitions qu'elles donnent au Mobile, en le voiturant dans ſa Courbe plus ou moins loin du centre de mouvement. (*Fig.* 23, 30, 31).

Tels ſont les deux objets que nous allons tâcher de mettre à la portée de tout Lecteur qui poſſede les plus ſimples élémens de la Géométrie & de la Phyſique.

### *VARIATIONS DANS LA FORCE CENTRALE.*

1268. OBSERVATION. On a ſu de tout tems, que les Corps terreſtres ont une *Peſanteur*; & que cette peſanteur tend par-tout vers le centre de la Terre. Mais il n'y a guere qu'un ſiecle que l'on ſait que *cette Peſanteur eſt variable*; & qu'un même Corps peſe moins ſous l'Equateur qu'en France, moins en France que ſous le Cercle polaire. (251 & 1417).

Cette Découverte, qui fut faite en 1672, & qui a été confirmée & conſtatée enſuite par une infinité d'expériences & d'obſervations toutes d'accord les unes avec les autres, apprit au Monde ſurpris & étonné, que la *Peſanteur abſolue* d'un même Corps quelconque, va en décroiſſant depuis l'Equateur juſqu'aux Poles. (*Fig.* 61).

Mais elle ne lui apprenoit pas ſelon quelle proportion ſe fait cette diminution de peſanteur.

1°. Dans un tems où l'on ignoroit encore ſi la Terre étoit ſphérique, ou ſi elle étoit alongée ou applatie vers les Poles : Newton découvrit & démontra que la *Peſanteur abſolue d'un même Corps* qui gravite vers le centre de la Terre, eſt d'autant plus petite, que ce corps eſt plus loin du centre de la Terre; d'autant plus grande, que ce corps eſt plus près

du centre de la Terre ; & que cette peſanteur abſolue d'un même corps eſt toujours & par-tout en raiſon inverſe du quarré de ſes diſtances au centre de la Terre.

Il réſultoit de cette théorie de Newton ſur la Peſanteur, que la Terre devoit être applatie vers les Poles, où les Corps peſent plus ; & alongée ou renflée vers l'Equateur, où les Corps peſent moins.

Les Obſervations & les Découvertes de ce ſiecle, ont démontré que cette conſéquence étoit vraie ; & que la théorie d'où elle découle, étoit la théorie même de la Nature. (1573).

II°. Pour décider ſi la peſanteur des Corps étoit variable à différentes diſtances de leur centre de mouvement : Newton entreprit de *peſer la Lune ;* ou de comparer la peſanteur qu'a la Lune dans ſon Orbite, avec la peſanteur qu'auroit la Lune ſur la ſurface de la Terre ; & il trouva que la Lune, éloignée du centre de la Terre d'environ ſoixante demi-diametres terreſtres, peſe environ 3600 fois moins, qu'elle ne peſeroit ſur la ſurface de la Terre, où elle ne ſeroit éloignée du centre de ſa peſanteur, que d'un demi-diametre terreſtre ; ou que la Peſanteur de la Lune à la diſtance de ſoixante rayons terreſtres, eſt à la peſanteur qu'auroit la Lune à la diſtance d'un ſeul rayon terreſtre, comme le quarré de $1 = 1$, eſt au quarré de $60 = 3600$.

Nous allons faire voir comment s'y prit Newton, pour découvrir & pour démontrer cette *Loi fondamentale de la Peſanteur & de l'Attraction des Corps.* Mais nous aurons ſoin de dépouiller ſes idées, de cette trop ſublime profondeur, qui les mettroit au-deſſus de la portée du commun des Lecteurs.

1269. LEMME. *Le Sinus verſe d'un Arc infiniment petit, eſt égal au quarré de cet Arc, diviſé par le diametre du Cercle.* (Fig. 127).

DÉMONSTRATION. Soit ACB, un *Angle à la circonférence*, formé par le diametre & par une corde, & meſuré par l'infiniment petit Arc AB. Il eſt clair que BS ſera le Sinus droit & que SA ſera le Sinus verſe de cet Arc AB. (*Math.* 635).

Il s'agit de faire voir ici, que ce Sinus verſe SA eſt égal à $\frac{AB^2}{AC}$.

I°. L'Arc AB étant ſuppoſé infiniment petit : il eſt clair que cet arc ne differe point ou ne differe qu'infiniment peu de la ligne droite. La Ligne AB peut donc être conſidérée comme une ligne droite ; & le *Triangle ABCA*, comme un Triangle rectiligne, inſcrit au cercle.

Ce Triangle eſt rectangle en B : puiſque l'angle ABC eſt appuyé ſur le diametre AC ; & qu'il a pour meſure, la moitié de la circonférence. (*Math.* 368).

II°. Le Triangle ABCA étant rectangle en B : la ligne ou le Sinus BS eſt une perpendiculaire menée de l'angle droit, ſur l'hypothénuſe AC. On a donc ici *deux Triangles rectangles ;* ſavoir, ABC rectangle en B ; & ABS rectangle en S.

Or, par la propriété fondamentale du Triangle rectangle, on a cette Proportion : le petit côté SA du petit triangle, eſt à ſon hypothénuſe AB ; comme le petit côté AB du grand triangle, eſt à ſon hypothénuſe AC ; ou plus ſimplement SA . AB :: AB . AC. (*Math.* 516).

D'où il réſulte que $SA = \frac{AB^2}{AC}$ ; ou que le Sinus verſe SA eſt égal au quarré de l'arc AB, diviſé par le diametre AC du Cercle. C. Q. F. D.

1270. COROLLAIRE. *Ce même Sinus verſe SA eſt proportionnel au même quarré de l'Arc AB, diviſé par le Rayon AT.*

EXPLICATION

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que le Rayon eſt la moitié du diametre; & qu'une même Grandeur $AB^2$, diviſée par un tout & par une moitié, donne deux Quotiens évidemment proportionnels.

1271. REMARQUE. Cette *propriété du Sinus verſe*, ne ſe borne pas uniquement au Cercle. Elle convient également à toute Courbe, telle que par les points A & B, on puiſſe faire paſſer un Cercle de même courbure. Car alors l'*Arc AB* appartiendra tout entier à ces deux Courbes; & la valeur de AB, reſtera la même. (*Fig.* 27).

Mais alors la ligne AC ſera le diametre du Cercle, & non le diametre de la Courbe décrite par le Mobile.

Plus l'*Arc AB* de l'Orbite décrite par le Mobile, aura de courbure : moins le diametre AC du Cercle qui paſſera par les deux mêmes points, aura de longueur. Moins l'Arc AB, aura de courbure; plus le diametre AC du Cercle qui paſſera par les deux mêmes points, aura de longueur.

Dans les deux Propoſitions ſuivantes, nous ſuppoſerons que l'*Arc AB* eſt pris dans les moyennes diſtances du Mobile; c'eſt-à-dire, dans une portion de la Courbe elliptique, où le Rayon de la Courbe, eſt à peu près égal au rayon du Cercle dont nous parlons : en telle ſorte que l'on puiſſe prendre indifféremment pour diviſeur du quarré de l'arc AB, commun à l'Ellipſe & au Cercle, ou le diametre du Cercle, ou le moyen diametre de la Courbe elliptique que décrit le Mobile.

## PROPOSITION I.

1272. *La peſanteur de la Lune dans ſon Orbite à la diſtance de ſoixante Rayons terreſtres du centre de la Terre, eſt à la peſanteur qu'auroit la Lune ſur la Surface terreſ-*

*tre à la diſtance d'un Rayon du centre de la Terre : comme le quarré de la derniere diſtance, eſt au quarré de la premiere ; ou comme le quarré de* 1 = 1 *eſt au quarré de* 60 = 3600. (Fig. 27).

DÉMONSTRATION. Il eſt clair que tout Corps A qui décrit une Courbe, fait effort à tout moment, pour s'échapper par la tengente AV à cette Courbe (1257). Il faut donc que ce Corps ſoit perſévéramment animé d'une tendance vers ſon centre T de mouvement ; ou d'une *Force centrale*, qui le détourne plus ou moins de la tengente, à chaque inſtant.

Il eſt clair que la Lune décrit une Courbe autour de la Terre T ; & que la Force centrale qui produit cette Courbe dans le mouvement de la Lune, n'eſt autre choſe que la tendance ou la gravitation ou la peſanteur de la Lune vers le centre de la Terre : comme la Force centrale qui détourne à chaque inſtant une Bombe ou un Boulet de canon ou tel autre Mobile quelconque de la direction horiſontale, n'eſt autre choſe que leur tendance ou leur gravitation ou leur peſanteur vers le centre de la Terre.

Il s'agit donc ici uniquement de faire voir que la Force qui infléchit à chaque inſtant le Mouvement projectile AV de la Lune, dans ſon Orbite ANCMA, eſt trois mille fois moindre qu'elle ne ſeroit ſur la ſurface ou près de la ſurface de la Terre.

I°. La *Force centrale* ou la Peſanteur de la Lune, dans ſon Orbite MAN, eſt exprimée par le *Sinus verſe de l'arc AB* qu'elle décrit dans un tems donné, par exemple, dans une minute : puiſque ce Sinus verſe SA repréſente de combien la Lune s'éloigne de la Tengente AV, pendant le tems employé à parcourir l'arc AB ; ou de combien la Lune s'approcheroit du centre T de la Terre, pendant le même tems, en tombant librement le long de ſon Rayon vecteur TA.

Car il eſt démontré par l'expérience, & tout le Monde ſait, que *la quantité de chûte, eſt la même:* ſoit qu'un Corps tombe par le Rayon; ſoit qu'il tombe par une Ligne circulaire, ou elliptique, ou parabolique. Par exemple, un Boulet de canon, qui dans une Seconde parcourt quinze pieds en tombant verticalement en vertu de ſa ſeule Peſanteur, tombe dans le même tems de quinze pieds en vertu de cette même Peſanteur, étant lancé dans une direction parallele ou oblique à l'horiſon.

D'où il réſulte qu'en connoiſſant la valeur du Sinus verſe SA de l'Arc AB que parcourt la Lune dans un tems déterminé; on connoîtra la *quantité de Peſanteur*, qu'a la Lune dans ſon Orbite; & qu'en comparant la valeur ou la grandeur de ce Sinus verſe SA, avec la valeur ou la grandeur de l'eſpace que parcourent les Corps terreſtres en tombant librement ſur la ſurface de la Terre, on pourra juger ſi la Peſanteuer eſt variable, & ſelon quelle proportion elle varie.

II°. Il eſt facile d'*évaluer le Sinus verſe SA*, de l'Arc AB, que parcourt la Lune dans un tems donné, par exemple, dans une minute. Car, en ſuppoſant que l'*Orbite de la Lune*, eſt égale à un Cercle dont le rayon eſt de ſoixante demi-diametres terreſtres; on peut comparer la circonférence de cette Orbite, à celle de l'Equateur terreſtre: ces deux Circonférences ſeront entre elles comme leurs diametres reſpectifs. (*Math.* 475).

Or, ſelon les Meſures les plus récentes & les plus exactes, la circonférence de l'Equateur terreſtre, plus grande que celle du Méridien, eſt d'environ 123249600 pieds de roi (1377). Donc, puiſque la Lune, dans ſa moyenne diſtance de la Terre, en eſt éloignée d'environ ſoixante demi-diametres terreſtres (1220): l'Orbite de la Lune, eſt de 123249600 × 60 = 7394976000 pieds de roi.

En cherchant par le rapport d'Archimede, le diametre d'une circonférence de 7394976000 pieds : on trouvera 2352946909 pieds, qui exprimeront le diametre ATC de l'Orbite lunaire. (*Math.* 480).

Puiſque l'on connoît, & la valeur de l'Orbite entiere ANCMA que décrit la Lune, & le tems qu'elle met à faire ſa révolution dans toute cette Orbite, tems qui eſt de 39343 minutes : il eſt clair que ſi on diviſe par 39343, l'Orbite entiere de la Lune, ou 7394976000 pieds ; le Quotient qui eſt 187964 pieds environ, ſera l'Arc AB que parcourt la Lune dans une minute de tems. Et cet Arc peut paſſer pour infiniment petit ou inſenſible : puiſqu'il n'eſt qu'environ la quarante millieme partie de l'Orbite entiere ANCMA.

Par conſéquent, ſi on diviſe le Quarré de 187964 qui eſt 35330465295, par le diametre de l'Orbite lunaire lequel eſt 2352946909 pieds : le Quotient qui eſt 15 pieds, exprimera le *Sinus verſe SA* de l'Arc AB d'une minute ; ou la quantité d'eſpace dont la Peſanteur détourne la Lune, de la Tengente AV, pendant une minute.

La peſanteur de la Lune A vers la Terre T, ne lui fait donc parcourir en une minute, qu'environ quinze pieds VB=AS, dans la direction du Rayon au-deſſous de la Tangente AV, en tendant vers le centre de la Terre.

IIII°. Il eſt démontré par les modernes Obſervations, que les Graves quelconques, qui tombent librement près de la ſurface de la Terre, parcourent environ quinze pieds en une Seconde ; ou s'approchent de quinze pieds du centre de la Terre. La *Peſanteur* eſt donc incomparablement moindre à la diſtance de la Lune, que près de la ſurface la Terre. (248).

Il reſte à faire voir que la Peſanteur ſur la ſurface

ou près de la ſurface de la Terre, eſt à la peſanteur à la diſtance de la Lune : comme le quarré de la diſtance de la Lune au centre de la Terre, eſt au quarré de la diſtance des Corps qui ſont ſur la ſurface de la Terre, à ce même centre de la Terre.

Les Corps parcourant quinze pieds en une Seconde de tems, près de la ſurface de la Terre ; & les Eſpaces parcourus étant, ſelon la théorie de Galilée, comme les quarrés des tems : il s'enſuit qu'un Corps quelconque, qui livré librement à ſa gravité tomberoit ici pendant une minute entiere vers le centre de la Terre, parcourroit $15 \times 3600$ pieds dans l'eſpace d'une Minute ou de ſoixante Secondes.

Par conſéquent, l'eſpace VB ou AS, que la Peſanteur fait parcourir à la Lune dans une minute, eſt à l'eſpace que la Peſanteur feroit parcourir ici aux Corps graves quelconques, & par là même à la Lune ou à un corps ſemblable à la Lune dans une minute ; comme 15 eſt à $15 \times 3600$, ou comme 1 eſt à 3600 : ce qui eſt juſtement la *Raiſon inverſe des quarrés des diſtances :* 1 exprimant le quarré de la diſtance de la ſurface terreſtre au centre de la Terre ; & 3600 exprimant le quarré de la diſtance de la Lune au même centre de la Terre. Donc, la peſanteur des Corps qui gravitent conjointement vers le centre de la Terre, ſuit la Raiſon inverſe des quarrés de leurs différentes diſtances à ce centre de la Terre. C. Q. F. D.

1272. II°. REMARQUE. Il ne paroît pas que l'on puiſſe objecter rien de ſolide, contre la Théorie que nous venons de préſenter & d'établir.

I°. La *grandeur du Diametre terreſtre*, eſt aſſez bien connue (1377) ; pour que l'on puiſſe en déduire la grandeur de la Circonférence terreſtre.

II°. La *diſtance de la Terre à la Lune*, eſt aſſez bien

connue; pour que l'on puiſſe en déduire & le diamétre & la circonférence de l'Orbite lunaire. (1220).

III°. D'ailleurs, ſi cette diſtance de la Terre à la Lune, eſt un peu plus grande ou un peu plus petite, par exemple, de 100 lieues : l'*Orbite lunaire* ſera plus grande ou plus petite d'environ 300 lieues. La courbure de cette Orbite, ſera un peu plus petite ou un peu plus grande; & le Sinus verſe SA, dont on vient de parler, ſera d'un peu moins ou d'un peu plus de quinze pieds : exprimant toujours la *Peſanteur de la Lune vers la Terre;* peſanteur toujours ſenſiblement & par là même réellement en Raiſon inverſe des quarrés de la diſtance, comme on vient de l'expliquer & de le démontrer.

Il ſera facile d'appliquer cette même Obſervation & cette même Théorie, à la Propoſition ſuivante.

## PROPOSITION II.

1273. *La Peſanteur ou l'Attraction paſſive des différens Corps qui gravitent vers un même centre, tel que le Soleil, ſuit auſſi la Raiſon inverſe des quarrés de leurs diſtances à ce Centre.*

DÉMONSTRATION. Comme la *Peſanteur* eſt une propriété commune à tous les Corps terreſtres & céleſtes : il eſt clair que l'on peut généraliſer la *Découverte de Newton;* & que par un Jugement d'analogie le mieux fondé, on peut conclure que tous les Corps gravitent vers leur centre quelconque de mouvement; de la même maniere que la Lune & les Corps terreſtres gravitent vers le centre de la Terre.

La Peſanteur ſera donc toujours & par-tout, ſelon la Théorie & la Découverte de Newton, la *Maſſe gravitante*, diviſée par le *quarré de la Diſtance;* ou $\frac{M}{DD}$. Par exemple, (*Fig.* 27) :

I°. En ſuppoſant le Soleil en T & la Terre en A;

on trouvera la *peſanteur de la Terre vers le Soleil ;* peſanteur qui ſera exprimée par le Sinus verſe SA.

Car, le moyen diametre ATC de l'Orbite terreſtre autour du Soleil, étant d'environ ſoixante-huit millions de nos lieues communes, qui font 933,096,000,000 pieds : la circonférence ou l'Orbite entiere ANCMA ſera de 2,932,588,000,000 pieds ; & le Tems employé à parcourir cette Orbite d'environ 525968 Minutes. (1221 & 1179).

En diviſant d'abord, comme dans la Propoſition précédente, l'Orbite terreſtre ANCMA, ou 2932588000000 pieds, par 525968 minutes : on aura pour *Quotient* 5575430 pieds, qui exprimeront la grandeur de l'*Arc AB, que parcourt la Terre en une Minute de tems.*

En diviſant enſuite le *quarré de cet Arc AB*, par le Diametre ATC ; ou 3108541968490o, par 933096000000 : on aura pour *Quotient* 33 pieds & environ un huitieme de pied ; & ce Quotient exprimera la *valeur du Sinus verſe SA*, ou la quantité dont la peſanteur de la Terre vers le Soleil placé en T, détourne cette Planete de la tangente AV, pendant une minute de tems.

II°. En ſuppoſant toujours le Soleil immobile en T ; ſi on applique la même *théorie du Sinus verſe*, aux différentes Planetes qui font leurs révolutions périodiques autour de cet Aſtre, centre commun de leur Gravitation ou de leur Peſanteur, (*Fig.* 27) :

On trouvera que le *Sinus verſe SA* d'un Arc infiniment petit, par exemple d'une ſeconde ou d'une minute de degré, pris dans l'Orbite de Vénus, eſt au Sinus verſe d'un arc ſemblable pris dans l'Orbite de la Terre ; comme le quarré de la moyenne diſtance de la Terre au Soleil, eſt au quarré de la moyenne diſtance de Vénus au même Soleil. (1186).

On trouvera de même, que le *Sinus verſe SA* de

l'Arc décrit par Jupiter en une minute, par exemple, eſt au Sinus verſe de l'Arc décrit par Saturne dans le même tems; comme le quarré de la moyenne diſtance de celui-ci, eſt au quarré de la moyenne diſtance de celui-là.

Or tous ces *Sinus verſes* expriment la peſanteur de ces différens Corps vers le Soleil; ou la quantité d'eſpace, dont la peſanteur les rapproche ou tend à les rapprocher de cet Aſtre dans un tems donné. Donc, dans tous ces Corps, la peſanteur ou la tendance vers leur Centre de mouvement, eſt en raiſon inverſe des quarrés de leurs moyennes diſtances à ce centre de leur mouvement, qui eſt le Soleil.

La même Loi a lieu auſſi dans les Satellites de Jupiter & de Saturne, à l'égard de leur Planete Principale qui eſt leur Centre commun de mouvement & de gravitation.

III°. Nous ferons voir bientôt que les Planetes décrivent des Ellipſes autour du Soleil, dont elles s'approchent & s'éloignent alternativement; & qu'elles ne peuvent décrire des Ellipſes autour du Soleil, ſans être perſévéramment animées d'une *Force centrale* ou d'une peſanteur, qui croiſſe comme le quarré de la diſtance diminue; qui diminue comme le quarré de la diſtance augmente.

Ainſi tous les genres de Preuves, concourent à établir & à généraliſer cette *Loi fondamentale de la Peſanteur*, ou de l'Attraction paſſive, en raiſon inverſe des quarrés des Diſtances. C. Q. F. D.

1274. REMARQUE. Dans la Courbe MABN, que décrit ou la Lune ou une Planete quelconque autour de ſon centre de Gravitation T; l'*Arc AB* exprime la vîteſſe du Mobile, ou l'eſpace qu'il parcourt dans un tems déterminé: le *Sinus verſe AS* exprime la Force centrale du même Mobile dans le même tems déterminé. (*Fig.* 27).

I°. Puiſque $\frac{AB^2}{AC}$, donne l'*expreſſion de la Force centrale AS* (1272) : en nommant V, la vîteſſe égale à l'Arc AB ; & en nommant R, le diametre ou le rayon du Cercle AC ;

On aura une *autre expreſſion de la Force centrale*, qui ſera $\frac{VV}{R}$ ; c'eſt-à-dire, le quarré de la Vîteſſe, diviſé par le Diametre du Cercle, ou par le Rayon qui eſt proportionnel à ce Diametre.

Nous ferons ſouvent uſage de cette derniere expreſſion de la Force centrale, dans la ſuite de cette troiſieme Section.

II°. Comme dans un Cercle, la Force centripete AS, eſt toujours égale à la Force centrifuge BV : l'expreſſion $\frac{VV}{R}$ de la Force centripete, dans un Cercle, eſt auſſi l'expreſſion de la Force centrifuge.

C'eſt à ces deux Forces, que l'on donne aſſez ſouvent le nom général & commun de *Forces centrales*.

*VARIATIONS DANS LA FORCE PROJECTILE.*

1275. ASSERTION. *La Vîteſſe d'un Corps qui décrit une Courbe en vertu d'une Force projectile & d'une Force centrale, eſt accélérée, quand le Rayon vecteur fait un Angle aigu avec la direction de la Force projectile ; retardée, quand cet Angle eſt obtus ; uniforme, quand cet Angle eſt droit.* (Fig. 29).

DÉMONSTRATION. Soit AHBMA, une Courbe décrite autour d'un Centre de mouvement S, en vertu d'une Force projectile dans la direction de la tangente, & d'une Force centrale dans la direction du rayon. Les directions plus ou moins oppoſées de ces *deux Forces*, font toujours un Angle au centre du Mobile qui décrit cette Courbe, ou telle autre Courbe que l'on voudra.

I°. Quand l'Angle intercepté entre les directions des deux Forces conſpirantes, eſt aigu, tel que l'angle SMP : ces deux Forces ſe favoriſent ; & leur effet commun eſt d'autant plus grand, que l'angle eſt plus aigu. (349).

Donc le Mobile en M, livré à la force centrale MS, & à la force projectile MP, doit prendre plus de vîteſſe, doit accélérer ſa Vîteſſe.

La Force centrale MS, étant exprimée par MN, ſe décompoſe en *deux Parties*, ſe diviſe en deux Forces différentes (346) : l'une N*n* ou *m*M, perpendiculaire à la tangente de la Courbe, & qui exprime l'effort réel par lequel la force centrale retient le Mobile dans la Courbe & le preſſe vers le centre S ; l'autre *n* M ou N*m*, parallele à la tangente & à la direction de la force projectile, & qui exprime un effort de la force centrale dans la direction de la force projectile MP. Cet effort *n* M de la Force centrale, doit donc contribuer à augmentrer la vîteſſe MP du Mobile en M. (*Fig.* 29).

II°. Quand l'Angle intercepté entre les directions des deux Forces conſpirantes, eſt obtus ; tel que l'angle SHP : ces deux Forces ſe nuiſent ; & leur effet commun eſt d'autant plus petit, que l'angle eſt plus obtus. (349).

Donc le Mobile en H, livré à la force centrale HS, & à la force projectile HP, doit perdre une partie de ſa vîteſſe, doit retarder ſa vîteſſe.

La Force centrale HS, étant exprimée par HR, ſe décompoſe également en deux Parties ; dont l'une H*h* ou R*r* eſt employée à retenir le Mobile dans ſon orbite & à le preſſer vers ſon centre S ; & dont l'autre R*h* ou *r*H, agit ſur le Mobile dans un ſens diamétralement oppoſé à la direction HP de la force projectile : cet effort R*h* de la Force centrale, doit donc contribuer à retarder la vîteſſe HP du Mobile en H.

III°. Quand l'angle intercepté entre les directions des deux Forces conſpirantes, eſt droit; comme en A & en B : ces deux Forces ne ſe nuiſent, ni ne ſe favoriſent; & chacune produit préciſément la quantité d'effet, qu'elle produiroit en agiſſant ſeule & iſolée. (348).

La *Force centrale AS ou BS*, étant perpendiculaire à la tangente, & par-là même à la force projectile ou à la direction du Mobile AP & BP, ne ſe décompoſe point, comme dans les deux cas précédens. Elle eſt donc employée toute entiere dans les points A & B où l'Angle eſt droit, à retenir le Mobile dans ſa Courbe, & à le preſſer vers ſon centre S : ſans faire aucun effort pour le porter dans la direction AP qui eſt la direction de la Force projectile; ou dans la direction AV qui eſt diamétralement oppoſée à la direction de la Force projectile.

Donc la *viteſſe d'un Mobile* qui décrit une Courbe en vertu d'une Force projectile & d'une Force centrale, doit être accélérée, quand l'Angle intercepté entre le rayon vecteur & la force projectile, eſt aigu; retardée, quand cet angle eſt obtus; uniforme, ſans aucun accroiſſement & ſans aucune diminution, quand cet angle eſt droit. C. Q. F. D.

1276. COROLLAIRE. Il réſulte delà, que *ſi les Planetes ſe meuvent dans un Cercle, elles doivent avoir une Viteſſe toujours uniforme :*

Et que *ſi elles ſe meuvent dans des Ellipſes :* leur viteſſe doit être *retardée*, depuis leur périhélie A juſqu'à leur aphélie B; *accélérée* depuis leur aphélie B, juſqu'à leur périhélie A; *moyenne*, vers H & K, entre le Périhélie A & l'Aphélie B. (*Fig.* 29).

En général, la *Viteſſe moyenne* d'une Planete ou d'une Comete, eſt la Viteſſe qu'il lui faudroit pour parcourir ſa Courbe entiere avec un mouvement tou-

jours uniforme ; & on la trouvera aſſez aiſément par une ſimple Regle de trois.

Dans la *Courbe des Planetes*, qui eſt très-peu allongée, la moyenne vîteſſe eſt à fort peu près, en H & en K, ſenſiblement à égale diſtance du Périhélie & de l'Aphélie. Dans la *Courbe des Cometes*, qui eſt très-allongée, la moyenne vîteſſe eſt beaucoup plus près du Périhélie A que de l'Aphélie B ; & ſi du Foyer S, on décrit un cercle égal en Surface à l'Ellipſe de la Comete, les deux Points où ce Cercle coupera la circonférence de cette Ellipſe, ſeront les deux Points où la Vîteſſe de la Comete ſera dans ſa moyenne grandeur. (*Fig.* 29).

I°. Il eſt démontré par les Obſervations aſtronomiques, que les Planetes ont tantôt plus & tantôt moins de Vîteſſe réelle ; & nous démontrerons bientôt que cette Vîteſſe réelle d'une même Planete dans ſon Orbite, eſt toujours en raiſon inverſe de ſes Rayons vecteurs. (1281).

Donc, *les Planetes ne décrivent point un Cercle, concentrique ou excentrique, autour du Soleil.*

II°. Il eſt également démontré par les Obſervations aſtronomiques, que les Courbes décrites par le centre des Planetes autour du Soleil, rentrent ſur elles-mêmes.

Donc, *l'Orbite des Planetes, qui n'eſt point un Cercle, eſt néceſſairement une Ellipſe :* puiſque le Cercle & l'Ellipſe ſont les deux ſeules Courbes qui ſoient rentrantes ſur elles-mêmes. (*Math.* 709).

### *ACTION COMBINÉE DES DEUX FORCES PROJECTILE ET CENTRALE.*

1277. THÉORÊME I. *La Ligne que décrit le centre d'un Mobile animé d'une Force projectile & d'une Force centrale, eſt plus ou moins courbe, toutes choſes étant égales d'ailleurs : ſelon que la Force centripete eſt plus ou*

*moins grande, par rapport à la Force projectile.* (Fig. 24).

DÉMONSTRATION. Plus ſera grande la Force projectile, & plus ſera petite la Force centrale ou centripete : moins le Mobile ſera détourné de ſa Direction projectile AB ; moins l'Arc décrit par le Mobile différera de la tangente ou de la ligne droite.

Au contraire, plus ſera grande la Force centripete, & plus ſera petite la Force projectile : plus le Mobile ſera infléchi dans la direction de la Force centrale ; plus l'Arc décrit par le Mobile s'éloignera de la tangente. C. Q. F. D.

1278. THÉORÊME II. *La différente combinaiſon de la Force projectile & de la Force centrale, peut faire décrire au Mobile, ou un Cercle, ou une Ellipſe, ou telle autre Courbe que l'on voudra.* (Fig. 30 & 31).

DÉMONSTRATION. I°. Le Mobile, animé d'une Force projectile AV & d'une Force centrale AS, décrira une Courbe : puiſque ſon mouvement projectile ſera à chaque inſtant infléchi & détourné de la *Ligne droite*, par la Force centrale.

Si l'inflexion VB eſt toujours & par-tout égale à l'effet A*n* ou B*m* de la force centrale AS : la Courbe décrite par le centre du Mobile, ſera un Cercle.

Si l'inflexion VB eſt plus grande ou plus petite que l'effet de la Force centrale AS : le Mobile s'approchera ou s'éloignera du centre S ; & la Courbe qu'il décrira, ſera différente du Cercle. (*Fig.* 31).

II°. Le Mobile pourra décrire telle Courbe que l'on voudra, par la différente combinaiſon de la Force projectile & de la force centrale. Car, la *nature d'une Courbe*, dépend d'un certain degré d'inflexion, dans un certain point donné ; & d'un nouveau degré d'inflexion, ſuivant certaines Loix fixes, dans les points ſuivans.

Or la Force projectile peut être infléchie en toute maniere & ſelon toute Loi aſſignable, par la Force centrale. Donc la *Force centrale*, qui par ſa combinaiſon actuelle avec la Force projectile, fait décrire des Ellipſes aux Planetes & aux Cometes, auroit pu ſous d'autres Loix de mouvement & par le moyen d'une direction & d'une combinaiſon différentes, leur faire décrire toute autre eſpece de Courbe. C. Q. F. D.

1279. THÉORÊME III. *Quelque Courbe que décrive un Mobile en vertu d'une Force projectile & d'une Force centrale : ſon Rayon vecteur parcourra toujours des Aires égales, dans des tems égaux ; & par conſéquent, des Aires proportionnelles aux Tems.* (Fig. 25).

DÉMONSTRATION. Ce troiſieme théorême renferme, comme on le voit d'abord, la *premiere Loi de Képler*. Il renferme par conſéquent la plus intéreſſante théorie de toute la Phyſique : théorie que nous allons tâcher de rendre ſenſible & palpable à toute Perſonne qui connoît & les plus ſimples Loix du Mouvement & les plus ſimples élémens de la Géométrie.

Soit un Mobile A, qui en vertu d'une Force projectile AP, & d'une Force centrale A *a*, ait déjà parcouru l'Arc AB ; & décrit par ſon Rayon vecteur SA & SB, l'aire du Triangle ASBA, dans un tems donné. Je dis & je démontre que ce Mobile, en vertu de ſa force projectile & de ſa force centrale, décrira par ſon Rayon vecteur l'Aire du Triangle BSCB, dans un ſecond tems égal ; l'aire du Triangle CSDC, dans un troiſieme tems égal ; l'aire du Triangle DSED ou DSFD, dans un quatrieme tems égal ; & ainſi de ſuite à l'infini ; & que *tous ces Triangles ſont égaux entre eux en ſurface.*

Comme dans un Tems très-court, les *Arcs AB & BC*, décrits par le centre du Mobile, ne different qu'infiniment peu de la Ligne droite : il eſt clair qu'on

peut conſidérer les deux Triangles mixtilignes ASBA & BSCB, comme deux Triangles rectilignes. J'ai à démontrer que ces deux Triangles ſont égaux en ſurface : quelque excès de grandeur qu'ait l'arc ou le côté BC du ſecond, ſur l'arc ou le côté AB du premier. La même démonſtration aura lieu pour tous les Triangles ſuivans.

I°. Le Mobile A, dont le Rayon vecteur a d'abord parcouru l'*aire du Triangle A S B A*, dans un tems donné, par exemple, dans une minute, ſe trouve enfin en B au bout d'une minute. Si ce Mobile en B, n'avoit que ſa Force projectile BR=AB : il iroit de B en R dans une minute ; & ſon rayon vecteur parcourroit l'*aire du Triangle BSRB*. Ces deux Triangles ASBA & BSRB ſont égaux en ſurface : parce qu'ils ont une même baſe AB=BR ; & qu'ils ont auſſi une même hauteur, étant compris l'un & l'autre entre les deux Lignes paralleles AR & MN. (*Math.* 494).

Mais le Mobile en B, au lieu d'être livré à ſa ſeule Force projectile BR, eſt animé auſſi d'une Force centrale plus ou moins grande B*b*, qui lui donne une impulſion dans la direction du rayon BS ; & dont l'effet ſera RC, parallele à BS.

En vertu de ces deux Forces conſpirantes BR & B*b*, le Mobile parcourt la diagonale BC ; & ſon Rayon vecteur parcourt l'aire du triangle BSCB. Les *deux Triangles BRSB & BCB* ſont égaux en ſurface : parce qu'ils ont une même baſe BS ; & qu'ils ont auſſi une même hauteur, étant compris l'un & l'autre entre les deux Paralleles BS & RV.

Si l'on demande pourquoi la ligne RCV eſt parallele à la ligne BS : la raiſon en eſt que le Mobile en B, a reçu une impulſion de la part de la Force centrale B*b* ; & que cette impulſion doit avoir ſon effet RC dans la direction de B *b*, pendant que le Mobile,

dans un tems très-court, paſſe de B en C.

Maintenant, puiſque l'aire du Triangle ABSA, eſt égale à l'*aire du Triangle BRSB*; puiſque l'aire du Triangle BCSB eſt égale à l'aire du même triangle BRSB: il eſt clair que les deux premieres grandeurs ABSA & BCSB, qui ſont égales chacune à une troiſieme BRSB, ſont égales entre elles. Donc les deux premiers Triangles ASB & BSC décrits par le Rayon vecteur du Mobile en deux tems égaux, ſont égaux en ſurface.

II°. La même théorie a lieu pour les Triangles ſuivans. Dans un troiſieme tems égal à l'un des deux précédens, le Mobile en vertu de ſa force projectile CX=BC, iroit en X; en vertu de ſa force centrale plus ou moins grande C*c*, iroit en *c* dans la direction du rayon vecteur: en vertu de ces deux Forces combinées enſemble, il ira en D.

Le Triangle BCSB & le *Triangle CXSC* ſont égaux en ſurface: parce qu'ils ont une même baſe BC=BX; & une même hauteur, étant renfermés l'un & l'autre entre les Paralleles BX & *n*M.

Les deux Triangles CXSC & CDSC ſont auſſi égaux en ſurface: parce qu'ils ont une même baſe CS; & qu'ils ont auſſi une même hauteur, étant compris l'un & l'autre entre les deux paralleles CS & XD.

Les deux Triangles BSC & CSD, décrits en tems égaux par le Rayon vecteur du Mobile, ſont donc égaux entre eux en ſurface: puiſque l'un & l'autre eſt égal en ſurface au Triangle de comparaiſon CXSC.

III°. Le Mobile en D, en vertu de ſa Force projectile DZ=DC, iroit en Z; en vertu de ſa Force centrale plus ou moins grande D*d*, iroit en *d* dans la direction du Rayon vecteur, ou dans toute direction ZE, parallele à l'impulſion D*d*; en vertu de ces deux Forces conſpirantes & combinées enſemble, ira en E. Les deux Triangles CDSC & DESD ſont

égaux

égaux entre eux en ſurface ; parce qu'ils ſont égaux chacun à un *Troiſieme triangle DZSD*.

Une augmentation ou une diminution dans la Force centrale, ne détruit point l'*égalité des Surfaces triangulaires*, décrites par le Rayon vecteur en des tems égaux.

Par exemple, une force centrale *D d* portera le Mobile en E, en une minute : une force centrale plus grande le porteroit dans le même tems en F ; une force centrale plus grande encore le porteroit dans le même tems en G. Le Rayon vecteur du Mobile, en vertu de ces trois différens degrés de force centrale dans la direction DS, parcourroit ou le Triangle DESD, ou le Triangle DFSD, ou le Triangle DGSD. Or, *ces trois Triangles* ſont égaux en ſurface : puiſqu'ils ont tous une même baſe DS ; & qu'ils ont auſſi une même hauteur, étant tous compris entre les deux Paralleles DS & ZG.

Donc, quelle que ſoit l'intenſité de la Force centrale, le Rayon vecteur du Mobile, décrira toujours des Aires égales dans des tems égaux.

IV°. Il ſeroit viſiblement inutile de ſuivre le Mobile dans le reſte de ſa révolution autour du Point central S, pendant le tems où le Mobile s'approche de plus en plus de ce point central. Mais il ne ſera pas inutile peut-être, de donner quelque attention à la *marche du même Mobile, pendant le tems où il s'éloigne du Point central S.*

Dans le premier cas, la Viteſſe du Mobile eſt accélérée de plus en plus : parce que l'angle formé par les deux Forces conſpirantes eſt aigu. Dans le ſecond cas, la Viteſſe du Mobile eſt retardée de plus en plus : parce que l'angle formé par les deux forces conſpirantes, eſt obtus. (1275).

Que le Mobile, au lieu d'aller dans la direction ABCDE, aille dans la direction EDCBA, toujours

animé d'une Force projectile & d'une Force centrale. Dans un *premier tems*, ſon Rayon vecteur parcourra l'arc ED, & l'aire du Triangle ESDE. Dans un *ſecond tems égal*, ſa Force projectile DH=ED, le porteroit en H : mais ſa Force centrale infléchira ſa direction & retardera ſa vîteſſe, & il ira en C. Dans un *troiſieme tems égal*, ſa Force projectile CK=CD, le porteroit en K : mais ſa Force centrale, infléchiſſant ſa direction & retardant encore ſa vîteſſe, le portera en B, & ainſi du reſte. Tous ces Triangles ESDE, DSCD, CSBC, BSAB, ſeront égaux en ſurface : par les mêmes raiſons que nous venons d'expoſer & de développer.

Puiſqu'en vertu de la Force projectile & de la Force centrale, le Rayon vecteur d'un Mobile parcourt toujours néceſſairement des *Aires égales dans des Tems égaux* : il eſt clair que dans un tems double, triple, quadruple, ce même Rayon vecteur décrira des Aires doubles, triples, quadruples, & ainſi de ſuite. Donc ce Rayon vecteur décrira toujours des Aires proportionnelles aux tems. C. Q. F. D.

1280. COROLLAIRE. *Un Mobile parcourant des Aires égales en des tems égaux : il eſt clair que ſon tems périodique ſera en raiſon directe de l'Aire entiere de ſon Orbite ; & en raiſon inverſe de l'Aire décrite dans un tems donné.* (Fig. 30 & 31).

EXPLICATION. C'eſt-à-dire que le Mobile mettra autant de tems égaux à faire ſa Révolution, qu'il y a dans ſon Aire, de Triangles égaux à celui qu'il parcourt dans un tems donné ; & qu'il mettra à faire ſa révolution un tems d'autant plus grand, que l'*Aire du Secteur ASB ou CSD*, décrit dans un tems donné, ſe trouve plus petite.

1281. THÉORÊME IV. *Les Viteſſes réelles d'un même*

*Mobile qui décrit une Ellipse autour d'un centre S de mouvement, en vertu d'une Force projectile & d'une Force generale, croissant & décroissant en raison inverse des Rayons vecteurs.* (Fig. 25).

DÉMONSTRATION. Il est clair que les Vitesses réelles d'une même Planete dans les différens points de son Orbite, en des tems égaux, sont comme les Lignes AB, BC, CD, DE, qui terminent les Triangles égaux ASB, BSC, CSD, DSE : puisque ces lignes sont les espaces parcourus par la Planete en des tems égaux.

Or, ces Lignes AB, BC, CD, DE qui expriment les Vitesses & qui vont évidemment en croissant à mesure que le Mobile s'approche de plus en plus de son centre S, croissent & décroissent dans tout le cours de la Révolution elliptique, en raison inverse des Rayons vecteurs. Par exemple, si on compare la vîtesse de la Planete en B, avec la vîtesse de la Planete en C : on trouvera que la vîtesse en B est comme le rayon vecteur CS ; & que la vîtesse en C est comme le rayon vecteur BS. Pour le démontrer, (*Fig.* 28) :

I°. Dans les deux Triangles ASB & BSC, égaux en surface & parcourus en des tems égaux, considérons SB comme base du Triangle BSA ; & SC comme base du Triangle CSB ; & abaissons sur ces bases, les Perpendiculaires AM & BN.

Les deux Triangles étant égaux en surface : il est clair que SB × AM est égal à CS × BN. D'où il s'enfuit que SB. SC :: BN. AM, (*Math.* 173).

II°. Dans les deux mêmes Triangles, considérons les deux lignes AB & BC, décrites chacune dans un tems égal & infiniment court, comme deux *Lignes droites*. Ces deux Lignes AB & BC, qui expriment les Vîtesses de la Planete, seront les hypothénuses

des deux Triangles rectangles AMC & BNB, que l'on peut regarder comme deux Triangles ſemblables, étant décrits dans un tems infiniment court. On aura donc AB . BC :: AM . BN. (*Math.* 516)

Pour concevoir comment on peut prendre l'Arc AB ou l'Arc B C pour une ligne équivalemment droite : il ſuffira de faire attention que la *moyenne Viteſſe d'une Planete*, eſt comme infiniment grande, relativement à la quantité d'inflexion qu'elle eſſuie d'une Seconde à l'autre. Par exemple, (*Fig.* 29) :

La moyenne Viteſſe de la Terre, en H, étant de 585521 lieues par jour : l'Arc H*r* qu'elle parcourt en une Seconde de tems, ſera de plus de ſix lieues & demie ; & l'inflexion de cet Arc au-deſſous de la Tangente HP, pendant cette ſeconde, ne ſera guere que d'*environ une Ligne*, moins quelques fractions de ligne vers l'Aphélie B, plus quelques fractions de ligne vers le Périhélie A. (1179, 1273, 1300 & 371).

III°. Dans les deux Triangles égaux ASB & BSC, les Rayons vecteurs SB & SC ſont en raiſon inverſe des hauteurs AM & BN : ſelon la premiere Proportion précédente. (*Fig.* 28).

Ces mêmes Rayons vecteurs ſeront donc auſſi en raiſon inverſe des lignes AB & BC, qui ſont entr'elles comme les hauteurs : ſelon la ſeconde Proportion précédente.

Donc, dans le mouvement d'une Planete ou de tel autre Mobile autour d'un centre S : les Viteſſes, exprimées par les baſes AB & BC interceptées entre les Rayons vecteurs, ſont en raiſon inverſe des rayons vecteurs. C. Q. F. D.

1281. REMARQUE. Il y a deux ſortes de Viteſſe, à diſtinguer dans le mouvement des Planetes ; ſavoir, une Viteſſe abſolue, & une Viteſſe angulaire.

I°. La *Viteſſe abſolue* d'une Planete, eſt l'eſpace réel

qu'elle parcourt, divisé par le tems employé à le parcourir. (262 & 1179).

Cette Vîteſſe augmente & diminue, en raiſon inverſe des Rayons vecteurs : ſelon le Théorême précédent. Par exemple, (*Fig.* 31) :

Suppoſons que le Rayon vecteur SB ſoit de moitié plus petit que le Rayon vecteur SD. Dans ſa révolution périodique ADEIA, la Planete auroit une Vîteſſe réelle & abſolue comme 2 en B, où ſon Rayon vecteur eſt comme 1 ; auroit une Vîteſſe réelle & abſolue comme 1 en D, où ſon Rayon vecteur eſt comme 2 ; & ainſi du reſte de la Révolution en C, en F, en H, en K.

II^e. La *Vîteſſe angulaire* d'une Planete, eſt l'arc d'un grand Cercle céleſte, intercepté entre deux Rayons vecteurs de la Planete indéfiniment prolongés au-delà de la Planete. Les Tems étant ſuppoſés égaux ; la Vîteſſe angulaire *a b* ou AB augmente ou diminue, *en raiſon inverſe des quarrés des Rayons vecteurs*. Par exemple, (*Fig.* 26) :

Soit autour du Soleil S, un grand Cercle céleſte VXDE, dans le Plan duquel ſe trouve l'Orbite *a b* AB *a* d'une Planete ; en telle ſorte que la diſtance SA de la Planete au Soleil, ſoit double de l'autre diſtance S*a*. Les angles VSX & DSE, oppoſés au ſommet, ſont égaux : ſuppoſons-les d'un degré chacun.

D'abord, que la Planete, placée en *a*, parcoure dans un jour, l'eſpace *a b* : elle paroîtra, étant vue du Soleil, parcourir l'arc VX d'un degré.

Enſuite, ſi la même Planete, placée en A, avoit la même vîteſſe ; l'eſpace AB étant double de l'eſpace *a b*, il faudroit un tems double à la Planete, pour parcourir l'eſpace AB. Mais la vîteſſe réelle de la Planete étant de moitié plus petite en A qu'en *a*, ſelon le Théorême précédent ; il lui faudra un tems quadruple

pour parcourir l'arc AB, qui eſt d'un degré, comme l'arc *ab*.

La Viteſſe angulaire de la Planete en AB, eſt donc d'abord en raiſon inverſe de la diſtance, à cauſe de ſon moins de Viteſſe réelle; elle eſt encore une fois en raiſon inverſe de la diſtance, à cauſe du plus d'eſpace intercepté entre les rayons vecteurs: ce qui donne préciſément la raiſon inverſe du quarré des Rayons vecteurs.

Ainſi la Viteſſe angulaire de la Planete en *a b*, eſt à la Viteſſe angulaire de la même Planete en AB; comme SA², eſt à S*a*².

## *APPLICATIONS DE CETTE THÉORIE AUX DIVERS MOUVEMENS DES PLANETES ET DES COMETES.*

183. HYPOTHESE. Pour concevoir le Mouvement curviligne des Planetes & des Cometes autour de leur centre quelconque de gravitation: plaçons-nous par la penſée, à l'origine des Tems & des Choſes, antécédemment à toutes Loix de la Nature & du Mouvement; & fixons nos regards ſur une Planete ou Comete quelconque, placée dans un Point quelconque de l'Eſpace infini, dans le Vide ou dans un Milieu nullement réſiſtant, indifférente par ſa nature au mouvement & au repos, mais capable de ſe mouvoir en tout ſens & ſelon toute direction. (*Fig. 22*).

I°. Il eſt clair que cette Planete ou Comete T, reſtera éternellement immobile au point T, ſi aucune Cauſe ne la ſollicite à ſe déplacer: que par ſa nature elle ne tend ni à s'approcher ni à s'éloigner du Soleil S, ou de tel autre Corps quelconque: qu'étant par ſa nature parfaitement indifférente au mouvement & au repos, ſi elle reçoit une impulſion dans un ſens quelconque, elle doit ſe mouvoir dans la direction de cette impulſion, juſqu'à ce que quelque Cauſe lui

détourne : que monter & descendre sont des termes totalement étrangers à cette Planete ; puisqu'*il n'y a ni haut ni bas dans l'Espace infini*, avant la création du Mouvement, avant l'établissement des Loix du mouvement.

II°. Que l'Auteur de la Nature, parfaitement libre dans le choix des Loix de mouvement qu'il lui plaira d'établir, décerne que cette Planete T tendra constamment & persévéramment vers le Soleil S, *avec une Force centrale qui soit toujours en raison inverse des quarrés de ses distances à cet Astre.*

La Planete T, auparavant indifférente à s'approcher ou à s'éloigner du Soleil S, aura désormais, en vertu de cette Loi ou de cette Volonté de l'Auteur de la Nature, une tendance permanante vers cet Astre : tendance que nous nommerons indifféremment, ou Pesanteur, ou Attraction, ou Gravitation.

III°. Que le même Auteur de la Nature, donne une fois pour toutes une Impulsion à cette Planete, dans une direction quelconque capable de l'éloigner du Soleil S ; & que de cette impulsion naisse *une Force centrifuge qui soit toujours en raison inverse des cubes de ses distances du Soleil.* (1258).

La Planete T, auparavant indifférente à s'éloigner du Soleil, aura désormais, en vertu de cette Impulsion & de cette nouvelle Loi de l'Auteur de la Nature, une Tendance permanante à s'éloigner du Soleil : tendance que nous nommerons Force centrifuge, & qui sera toujours opposée à la Force centrale ou centripete.

IV°. De cette Hypothese, qui n'est très-vraisemblablement que l'histoire même des premieres Loix de la Nature & du Mouvement, résultera la *Révolution permanante* de cette Planete ou Comete T, en ligne courbe & rentrante sur elle-même, autour du Soleil S : comme nous allons le faire voir, en l'appliquant sim-

plement aux différentes combinaiſons que peuvent prendre la Force projectile & la Force centrale, dans un même Mobile, ou dans différens Mobiles.

*IDÉE D'UN MOUVEMENT CIRCULAIRE DANS NOS PLANETES, D'APRÈS CETTE HYPOTHESE.*

1284. APPLICATION I. Soit, au commencement des Tems, une Planete ou une Comete A, à laquelle l'Auteur de la Nature imprime une fois pour toutes, & une Force centrale A *n*; & une Force projectile AV, de laquelle naiſſe une Force centrifuge VB = A *n*. (Fig. 30).

Que la Ligne de projection AV, & la Ligne de gravitation A *n*, ſoient oppoſées à Angles droits au centre du Mobile; & que la Force centrifuge BV, ſe trouve parfaitement égale à la Force centripete A *n*.

Dans cette Hypotheſe, qui n'eſt point celle de notre Monde planétaire, mais qui auroit pu l'être: je dis que *le centre de cette Planete, décrira éternellement un Cercle autour du point central S*, que nous ſuppoſerons être un Soleil plus ou moins ſemblable au nôtre.

Telle n'eſt point la Courbe décrite par nos Planetes & par nos Cometes, autour de leur centre de gravitation.

EXPLICATION. I°. Dans un premier inſtant infiniment court, en vertu des deux Forces conſpirantes AV & A *n*, la Planete qui n'a que ces deux Forces, décrira la diagonale d'un infiniment petit parallélogramme conſtruit ſur la direction & ſur la proportion de ces deux forces. (*Fig.* 30).

Le *centre de la Planete*, parcourra donc dans ce premier tems, le petit Arc AB; ſans s'être ni approché ni éloigné du centre de gravitation S: puiſque, par la ſuppoſition, la Force centrifuge tend perſévéram-

ment à l'éloigner de ce Point central S, préciſément autant que la Force centripete tend à l'en approcher.

A la fin de ce premier tems, la Planete ſe trouvera donc en B, à l'extrémité du rayon BS.

II°. Comme les deux Forces conſpirantes AV & A*n* ſont oppoſées à angles droits: elles ne ſe nuiſent point, elles ne ſe favoriſent point. Leur effet commun AB répond préciſément, & à l'action de la Force projectile AV, & à l'action de la Force centrale A*n*: ainſi que nous l'apprend & nous le démontre l'expérience. (348).

D'où il réſulte qu'en B, la force projectile & la force centrale, qui n'ont ni augmenté ni diminué en rien, feront préciſément telles qu'elles étoient en A.

Ainſi en B, la Planete ſera encore animée d'une Force projectile BM=AV, & d'une Force centrale B*m*=A*n*; & ces deux Forces ſeront comme auparavant oppoſées à angles droits. Par conſéquent, dans un ſecond tems infiniment court, la Planete, en vertu de ces deux Forces conſpirantes, décrira la diagonale BC=AB: ſans s'approcher & ſans s'éloigner de ſon centre de gravitation S; ſans qu'aucune des deux Forces qui l'animent acquiere dans ce trajet BC, aucun avantage ſur l'autre; puiſqu'elles continuent toujours à ne ſe nuire & à ne ſe favoriſer en rien. (448).

III°. Dans un troiſieme tems infiniment court, & ainſi de ſuite à l'infini; la Planete en C, toujours également ſollicitée dans la direction de la tangente & du rayon, toujours également tirée vers ſon centre de gravitation par la Force centripete, & dans une direction diamétralement oppoſée par la Force centrifuge, décrira par ſon centre une infinité de diagonales infiniment petites, dont la ſomme ſera la circonférence d'un Cercle.

IV°. Comme la Planete eſt ſuppoſée ſe mouvoir

ou dans le Vide ou dans un Milieu nullement réſiſtant : il eſt clair que la Force projectile & la Force centrale, qui ne rencontrent aucun obſtacle capable de les altérer, doivent éternellement reſter les mêmes qu'elles ont été au premier inſtant de projection & de gravitation, ou au premier inſtant de mouvement.

Donc le *centre de cette Planete*, toujours porté ſur un rayon de Cercle, doit décrire éternellement un Cercle autour du Centre de gravitation S; en vertu des deux Forces conſpirantes qui ont commencé à le mouvoir en ligne circulaire. C. Q. F. D.

*LE MOUVEMENT ELLIPTIQUE DES PLANETES ET DES COMETES, DANS CETTE MÊME HYPOTHESE.*

1285. APPLICATION II. Que dans le Mouvement initial de la même Planete ou Comete, la Ligne de projection AV & la Ligne de gravitation A*b*, ſoient oppoſées à angles droits au centre de la Planete : mais que la Force centrifuge *a* V, née de la Force projectile AV, ſoit beaucoup plus grande que la Force centripete. (*Fig.* 31).

Je dis que dans le Vide ou dans un Milieu nullement réſiſtant, *la Planete ou Comete décrira éternellement autour de ſon Centre de gravitation S, une Courbe rentrante ſur elle-même, & qui n'eſt point un Cercle.* Telle eſt la Courbe de nos Planetes & de nos Cometes.

EXPLICATION. I°. Le Mobile quelconque, Planete ou Comete, étant ſuppoſé en A, & l'angle des deux Forces projectile & centrale étant droit : ſi la force centrifuge & la force centripete étoient égales, le Mobile dans un premier tems iroit en *a*, & continueroit ſa Révolution dans la circonférence d'un Cercle, comme nous venons de l'expliquer & de le démontrer. (Fig. 31).

Mais comme la Force centrifuge *a*V, née de la Force projectile AV, l'emporte ſur la Force centripete A*b*, dans la Suppoſition préſente; dans un premier tems infiniment court, le Mobile, malgré la force centripete qui le preſſe vers ſon centre de gravitation, s'éloignera de ce centre de gravitation, ſelon l'excès de la force centrifuge ſur la force centripete: ainſi qu'un *Boulet de canon*, tiré de bas en haut dans une direction perpendiculaire ou oblique à l'horiſon, s'éloigne du centre de la Terre, malgré l'action permanante de ſa peſanteur, qui le ſollicite inceſſamment à tomber vers le centre de la Terre.

La Planete ou Comete A, au bout d'un premier tems donné, ſe trouvera donc plus loin de ſon centre de gravitation, dans un point B; & aura parcouru, en vertu des deux Forces conſpirantes AV & A*b*, la diagonale ou l'arc AB. (345).

II°. La Planete ou Comete en B, eſt encore livrée à ſa Force projectile par la tangente BT, & à ſa force centrale par le rayon vecteur BS. En vertu de ces deux Forces conſpirantes, elle parcourra dans un ſecond tems égal au premier, l'Arc AB: ce qui exige ici deux Remarques eſſentielles.

La premiere Remarque, c'eſt que l'*Angle SBT* des deux forces conſpirantes, étant obtus; l'effet commun BC de ces deux forces, ſera moindre que dans le premier tems: parce que l'action de l'une de ces deux forces conſpirantes, eſt employée en partie à détruire l'action de ſa rivale. Or, cet effet commun BC, eſt la vîteſſe du Mobile: donc la vîteſſe du Mobile ſera moindre en BC dans le ſecond tems, qu'en AB dans le premier. (1275).

La ſeconde Remarque, c'eſt que la Force centrifuge décroiſſant en raiſon inverſe des Cubes des Rayons vecteurs, comme nous l'avons ſuppoſé & comme nous le démontrerons bientôt; tandis que la Force

centripete ne décroît qu'en raiſon inverſe des Quarrés des mêmes rayons vecteurs : la Force centrifuge doit avoir en B un moins grand excès qu'en A, ſur la Force centripete. Le Mobile, en paſſant de B en C, s'éloignera donc encore du centre S de ſa gravitation pendant ce ſecond tems : mais il s'en éloignera d'une moindre quantité, que dans le premier tems.

III°. La Planete ou Comete en C, eſt encore livrée à l'action des deux Forces conſpirantes, dont l'angle SCT devient de plus en plus obtus ; ſa vîteſſe CD devient donc de plus en plus petite. (1275).

La Force centrifuge, qui naît ici à chaque inſtant d'une vîteſſe ou d'une force projectile toujours décroiſſante, diminue ſans ceſſe, ainſi que la Force centripete, à meſure que le Rayon vecteur devient plus grand : mais la premiere diminue dans un plus grand rapport, que la derniere.

Le Mobile, toujours en priſe à ces deux Forces, continue donc à s'éloigner de ſon centre de gravitation : ſelon l'excès toujours décroiſſant de la Force centrifuge ſur la Force centripete. (*Fig.* 31).

IV°. La Planete ou Comete arrive enfin à un Point C ou D ; où la Force centrifuge eſt préciſément égale à la Force centripete. Si l'angle SDT des deux Forces conſpirantes étoit droit : la Planete commenceroit au point D, à décrire un Cercle ; & ne ceſſeroit plus de décrire ce cercle. (1276 & 1284).

Mais comme l'Angle SDT eſt obtus : une partie conſidérable de la force centripete, eſt employée ſimplement à retarder la vîteſſe du Mobile (1275) ; tandis que la force centrifuge eſt employée toute entiere à éloigner le même mobile de ſon centre de gravitation.

La force centripete ſe décompoſe *en deux Parties*, dont l'une ne lutte point contre ſa rivale & ſon égale, la force centrifuge, laquelle ne ſe décompoſe point.

Le Mobile, malgré l'égalité des Forces centripete & centrifuge, dont la premiere perd ici une partie conſidérable de ſon action, continuera donc encore à s'éloigner de ſon centre de gravitation S; & il s'en éloignera par la même raiſon, juſqu'à ce qu'il arrive à ſon Abſide ſupérieure en F. (1175).

V°. Quand la Planete ou Comete atteint ſon Abſide ſupérieure F, ſa force centripete eſt diamétralement oppoſée à ſa force centrifuge: cette force centripete ne ſe décompoſe donc plus comme auparavant. Et comme depuis le point C ou D, où la force centripete & la force centrifuge ſont devenues égales, ces deux forces ont ſucceſſivement diminué, la premiere en raiſon inverſe des quarrés, & la ſeconde en raiſon inverſe des cubes des Rayons vecteurs: il s'enſuit qu'en F, la force centripete doit l'emporter notablement ſur la force centrifuge.

La Force centripete va donc forcer le Mobile, par ſon excès ſur la Force centrifuge, à ſe rapprocher de plus en plus de ſon centre de gravitation S; autant qu'il s'en eſt éloigné dans la moitié précédente de ſa Courbe, que nous venons de ſuivre & d'obſerver.

VI°. En F, où la force projectile FT & la force centrale F*x*, ſont oppoſées à angles droits; la Planete décriroit un Cercle, ſi la force centrifuge & la force centripete étoient égales. (1184).

Mais comme la force centrifuge, qui ſe trouve dans ſon plus grand affoibliſſement, eſt beaucoup moindre que la force centripete: celle-ci, par ſon excès d'action ſur ſa rivale, tend perſévéramment à rapprocher de plus en plus le Mobile du centre de gravitation S; & force ce Mobile à décrire ſucceſſivement les infiniment petites Diagonales FG, GH, HI, IK, KL, LA.

Sur quoi il faut remarquer, comme auparavant,

qu'à meſure que le Mobile s'approche de ſon centre de gravitation, ſa Courbe s'applatit comme dans la partie oppoſée ; & que tous les angles SIT des deux Forces conſpirantes, ſont plus ou moins aigus depuis l'Abſide ſupérieure F, juſqu'à l'Abſide inférieure A. D'où il réſulte que le Mobile doit accélérer de plus en plus ſa Viteſſe ; en paſſant de l'Abſide ſupérieure F, à l'abſide inférieure A. (1175 & 1275).

VII°. Comme la Force centripete & la Force centrifuge, depuis l'Abſide ſupérieure juſqu'à l'Abſide inférieure, augmentent ſelon différens rapports, la premiere en raiſon inverſe des quarrés, & la ſeconde en raiſon inverſe des cubes des Rayons vecteurs : le Mobile arrive enfin à un point I ou K, où les forces centripete & centrifuge ſont préciſément égales. Si l'angle SIT, formé par la force projectile & par la force centrale, étoit droit ; le Mobile commenceroit & continueroit à décrire un cercle.

Mais comme cet angle SIT eſt aigu, & que les angles ſuivans SKL ſont encore aigus : une partie conſidérable de la Force projectile tend à rapprocher le Mobile de ſon centre de gravitation S ; & par-là favoriſe & fortifie la Force centripete, au détriment de la Force centrifuge. (1275).

Malgré les accroiſſemens ſucceſſifs & en plus grand rapport de la Force centrifuge, la Force centripete conſerve par ce moyen ſa prépondérance ſur ſa rivale ; & continue à rapprocher de plus en plus le Mobile de ſon centre de gravitation S : juſqu'à ce que le Mobile arrive au point A dans ſon Abſide inférieure. (*Fig.* 31).

VIII°. Enfin en A, la Force centripete & la Force projectile étant oppoſées à angles droits, ceſſent de ſe favoriſer. La Force centrifuge, qui depuis l'Abſide ſupérieure juſqu'à l'Abſide inférieure, a augmenté ſans ceſſe en raiſon inverſe des *cubes des Rayons vec-*

*leurs*, tandis que ſa Rivale n'a augmenté qu'en raiſon inverſe des quarrés de ces mêmes Rayons vecteurs, ſe trouve en A dans ſon plus grand accroiſſement. Notablement ſupérieure à ſa Rivale, elle emploie de nouveau l'excédent de ſon Action, à éloigner la Planete ou Comete A de ſon centre de gravitation S; & elle recommence à lui faire parcourir de nouveau la même Courbe préciſément, que nous venons d'obſerver & d'expliquer, depuis ſon origine au point A, juſqu'à ſon retour ſur elle-même au même point A.

La Planete ou la Comete en queſtion, en vertu d'une Force projectile & d'une Force centrale variables ſelon certaines Loix, fixes & connues, décrira donc autour de ſon centre de gravitation, une Courbe rentrante ſur elle-même, & qui ne ſera point un Cercle. C. Q. F. D.

1286. REMARQUE. Dans la théorie que nous venons de donner ſur l'action combinée de la Force projectile & de la Force centrale au centre de la Planete ou Comete A : le Mobile eſt ſuppoſé ſe trouver dans ſon Périhélie ou dans ſon Abſide inférieure, au premier inſtant de ſa Projection AV. (*Pig.* 31).

Il nous reſte à faire voir, qu'*au premier inſtant de ſa Projection, ce même Mobile a pu ſe trouver indifféremment en un point quelconque de la même Courbe ou d'une Courbe ſemblable, ſous d'autres combinaiſons du Mouvement projectile & du Mouvement centripete, qui reviennent toutes à celle que nous venons de développer.*

EXPLICATION. I°. Que la Force projectile & la Force centripete, au premier inſtant où le Mobile commence à ſe mouvoir, ſoient oppoſées à angles droits; mais que la Force centripete l'emporte ſur la Force centrifuge.

Le Mobile, placé en un point F qui ſera ſon Abſide

ſupérieure, parcourra la Courbe FGHIKLA, en s'approchant ſans ceſſe de ſon centre juſqu'au point A, où a commencé l'explication précédente.

Dans ce cas, ſi le Mobile eſt une Comete ou une Planete principale, la projection FT de ce Mobile, aura commencé à l'Aphélie.

II°. Que la Force projectile & la Force centripete, au premier inſtant de projection, ſoient égales, mais oppoſées à angles obtus.

Le Mobile, placé en un point D, entre l'Abſide inférieure A & l'Abſide ſupérieure F de ſa Courbe, ſe mouvra en s'éloignant ſans ceſſe de ſon centre de gravitation S ; juſqu'à ce qu'il arrive enfin à ſon Abſide ſupérieure F, où il commencera à ſe rapprocher de ſon centre de gravitation; comme nous venons de l'expliquer.

Dans ce cas, la projection du Mobile, aura commencé ſur un point C ou D de ſa Courbe, pris entre l'abſide inférieure & l'abſide ſupérieure; en allant, ſelon la direction du Mobile de la premiere à la derniere.

III°. Que la Force projectile & la Force centripete, au premier inſtant de Projection, ſoient encore égales; mais que l'angle de leur direction, ſoit aigu.

Le Mobile, placé en un point I de ſa Courbe, ſe mouvra en s'approchant ſans ceſſe de ſon centre de gravitation, juſqu'en A, où il commencera à s'en éloigner. (1285).

Dans ce cas, la projection du Mobile aura commencé ſur un point de ſa Courbe, pris entre l'abſide ſupérieure F & l'abſide inférieure, en allant de la premiere à la derniere, ſelon la direction du Mobile.

IV°. Que la Projection commence à angles droits, au périhélie A; & que la Force centrifuge l'emporte immenſement

immenſement ſur la Force centripete. La Courbe qui ſera décrite par le Mobile autour du centre de gravitation S, aura une immenſe excentricité : ce ſera la *Courbe d'une Comete.*

Que la Force centrifuge, dans le même cas, ne l'emporte que médiocrement ſur la force centripete. La Courbe qui ſera décrite par le Mobile autour du centre de gravitation S, n'aura pas beaucoup d'excentricité : ce ſera la *Courbe d'une de nos Planetes.*

V°. Quant à la *Direction du Mouvement projectile* : on conçoit ſans peine, qu'elle peut avoir lieu indifféremment en tout ſens ; d'orient en occident, d'occident en orient, du midi au nord, du nord au midi, & ainſi du reſte ; & que le Mobile quelconque, dans le Vide ou dans un Milieu ſans réſiſtance, doit ſe mouvoir perſévéramment & ſans fin, dans la direction quelconque AV ou VA du Mouvement projectile qui fut primitivement imprimé à ſa maſſe. (*Fig.* 31).

Delà, les différens Mouvemens des *Planetes* & des *Cometes*. Celles-là ont toutes reçu une impulſion d'occident en orient : ſans que ces impulſions aient été paralleles. Celles-ci ont reçu des impulſions en différens ſens, d'orient en occident, d'occident en orient, du midi vers le nord, du nord vers le midi.

Les unes & les autres continuent à ſe mouvoir autour de leur centre de gravitation, en décrivant des Courbes dont le Plan renferme la *primitive Direction* de leur Mouvement projectile. (1266)

### OBJECTIONS A RÉFUTER.

1287. OBJECTION I. Quand la Planete ou la Comete A commence à ſe mouvoir dans une Courbe différente du Cercle : la Force centripete A *b* eſt ou plus grande ou plus petite que la Force centrifuge A V. (*Fig.* 31).

Si la Force centrifuge eſt *plus grande* que la Force centripete : le Mobile, livré à ces deux forces oppoſées & inégales, doit décrire éternellement *des Spires* autour de ſon centre de gravitation ; en telle ſorte qu'à chaque révolution, le Mobile s'éloigne toujours de plus en plus & à l'infini, de ce centre de gravitation. (455).

Si la Force centrifuge eſt *plus petite* que la Force centripete : le Mobile, livré encore à ces deux forces oppoſées & inégales, doit ſe mouvoir autour de ſon centre de gravitation, en décrivant *des Spires* qui le rapprocheront ſans ceſſe de ce centre de gravitation, dans lequel il ira enfin ſe perdre & s'engloutir.

Donc la Planete ou la Comete, dont nous avons ſuivi & tracé la Courbe, ne doit point, en vertu d'une force projectile & d'une force centrale, décrire une Ellipſe fixe & conſtante, autour de ſon centre de gravitation.

RÉPONSE. Si la Force centrifuge & la Force centrale étoient, ou deux forces conſtantes, ou deux forces qui augmentaſſent ou diminuaſſent dans la même proportion, à meſure que le Mobile qu'elles emportent, s'approche ou s'éloigne de ſon centre de gravitation : il eſt certain que celle des deux forces qui auroit été prédominante au premier inſtant de la Projection, conſerveroit perſévéramment ſon excès d'action ſur l'autre ; & qu'elle forceroit le Mobile, à décrire perſévéramment *les Spires* dont il eſt queſtion dans cette premiere Objection.

Mais ſi ces deux Forces croiſſent & décroiſſent ſelon *différentes Proportions*, à meſure que le Mobile qu'elles animent toujours, s'approche ou s'éloigne de ſon centre de gravitation : par exemple, ſi pendant que le Mobile paſſe de A en F, la Force centrifuge diminue comme les *cubes des Rayons vecteurs*

augmentent ; tandis que la Force centripete ne diminue que comme augmentent les *quarrés des mêmes Rayons vecteurs* : il eſt clair que la force centrifuge, qui décroît ſans ceſſe dans un beaucoup plus grand rapport que la force centripete, ſera au bout d'un certain tems plus ou moins long, d'abord égalée, & enſuite ſurpaſſée par cette derniere. Il eſt clair que la force qui a prévalu au périhélie A, ne doit plus prévaloir dans l'aphélie F ; & réciproquement, que celle des deux Forces qui ſera ſupérieure & prédominante dans l'aphélie F, ne ſera plus ſupérieure & prédominante au périhélie A. (*Fig.* 31).

Or parmi *ces deux Forces*, toujours rivales dans le Mobile qu'elles voiturent, l'une, la force centripete, croît ou décroît ſans ceſſe en raiſon inverſe des quarrés des Rayons vecteurs ou des diſtances : l'autre, la force centrifuge, croît ou décroît ſans ceſſe en raiſon inverſe des cubes des rayons vecteurs ou des diſtances. Donc ces deux Forces ne doivent point faire décrire au Mobile, des Spirés qui puiſſent, ou l'éloigner à l'infini de ſon centre de gravitation, ou le conduire & le précipiter dans ce centre de ſa gravitation. (1273 & 1298).

Si on demande pourquoi l'Auteur de la Nature a décerné que ces deux forces croîtroient & décroîtroient ſelon *deux Rapports ſi différens* : la raiſon en eſt, que l'Auteur de la Nature, a librement voulu & établi l'Ordre de choſes que nous y voyons ; & que cet Ordre de choſes ; ce Mouvement elliptique des Planetes & des Cometes autour du Soleil, exigeoit que la Force centripete & la Force centrifuge variaſſent ſelon les deux Rapports différens que nous y obſervons ; l'une en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, l'autre en raiſon inverſe des cubes des diſtances.

Un *autre Rapport* entre ces deux Forces, eût pro-

duit un tout autre Ordre de choſes, dans la Nature; par exemple, un Mouvement circulaire ou un Mouvement ſpiral, dans les révolutions des Corps céleſtes; & alors la Nature viſible n'eût point été ce qu'elle eſt dans l'Ordre préſent des choſes.

1288. OBJECTION II. L'Ellipſe, la Trajectoire que l'on attribue aux Planetes & aux Cometes, doit être également courbe aux deux bouts de ſon grand Axe, & dans tous les points également éloignés d'une des extrêmités de ce grand axe. Or cela fait voir qu'une telle Courbe A B *a b* A ne peut point être décrite par le moyen d'une Force projectile & d'une Force centrale, telles que l'on vient de les ſuppoſer & de les expliquer. (*Fig.* 26).

Car, pour que la Courbure fût égale en *a b* & en A *m*: il faudroit que la Force centrale qui produit l'inflexion dans ces deux Arcs égaux, fût égale en *a* & en A. Or cette Force centrale, qui croît & décroît en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, eſt beaucoup plus grande en *a b*, beaucoup plus petite en A *m*: donc elle ne peut point produire dans ces deux Arcs égaux, placés aux deux extrêmités du grand Axe, une égale courbure. Donc la Courbe des Planetes & des Cometes, n'eſt point une Ellipſe.

RÉPONSE. Pour faire évanouir cette Difficulté ou cette Objection, qui eſt plus ſpécieuſe que ſolide: ſimplifions les choſes. Soit le Rayon vecteur S *a* = 1; le Rayon vecteur SA = 2; l'Arc *a b*, égal à l'arc A *m*: la force centrale en *a*, = 4; la force centrale en A, = 1.

D'après cette ſuppoſition, qui ſert de fondement à l'Objection que nous allons réſoudre: je dis & je démontre que la courbure A *m*, doit être égale à la courbure *a b*.

I°. Il eſt certain, d'après les Obſervations aſtro-

nomiques & d'après la théorie de la premiere Loi de Képler, que les Vîteſſes d'une même Planete, en A & en *a*, ſont en raiſon inverſe des Rayons vecteurs S*a* & SA. (1281).

Donc la vîteſſe de la Planete en *a*, ſera deux fois plus grande qu'en A. Donc l'Arc *ab* ſera parcouru dans la moitié du tems qui ſera employé à parcourir l'arc A*m*.

Donc la Planete, en parcourant l'Arc *ab*, recevra deux fois moins d'impulſions, de la part de la Peſanteur ou de la Force centrale; qu'elle n'en recevra en parcourant l'Arc égal A*m*, ſur lequel elle reſte pendant un tems deux fois plus long.

II°. Il eſt clair que l'action de la Force centrale ſur la Planete, doit s'eſtimer, & par le nombre de ſes impulſions, & par l'activité ou l'intenſité de chaque impulſion.

En *ab*, le nombre des impulſions eſt = 1 : l'intenſité ou l'activité de chaque impulſion eſt = 4 : l'action totale eſt 1 × 4 = 4.

En A*m*, le nombre des impulſions eſt = 2 : l'intenſité ou l'activité de chaque impultion eſt = 1 : l'action totale eſt 1 × 2 = 2.

L'action de la Force centrale ſur la Planete, eſt donc deux fois plus grande en *a*, qu'en A.

III°. S'enſuit-il delà que la Planete doive être deux fois plus détournée de la tangente en *a*, qu'en A? Non : parce que ſi la Force centrale a deux fois plus d'action en *a* : la Force projectile deux fois plus grande en *a* qu'en A, lui oppoſe deux fois plus de réſiſtance.

Ainſi en *a*, une Force projectile, dont la réſiſtance à la courbure eſt = 2, doit être infléchie par une Force centrale = 2 ; autant qu'en A, une *autre Force projectile*, dont la réſiſtance à la courbure ſera = 1, ſera infléchie par une force centrale = 1.

Donc la courbure, ou l'inflexion du mouvement

de la Planete, inflexion qui eſt l'effet de la Force centrale ſur la Force projectile, ſera égale dans l'arc *ab* & dans l'arc *Am*.

Donc la Courbe décrite par le centre de la Planete, en vertu d'une Force projectile & d'une Force centrale, peut & doit être une ellipſe.

1289. OBJECTION III. Je conçois comment un Mobile R, en vertu d'une force projectile & d'une force centrale, peut aller en Ligne courbe RXNHV, elliptique ou circulaire, de mon zénith R à mon nadir V. (*Fig.* 11).

Mais comment faire remonter ce même Mobile en Ligne courbe VMGR, de mon Nadir à mon Zénith, contre ſa gravitation? L'Imagination eſt révoltée de cette marche: la Raiſon peut-elle l'avouer?

RÉPONSE. Habitués dès notre plus tendre enfance, à voir les *Corps terreſtres* graviter vers le centre de la Terre, nous généraliſons cette idée: nous l'étendons, ſans nous en appercevoir, au-delà de ſes bornes. Nous nous imaginons, ſans aucun fondement & ſans aucun motif, que tous les Corps gravitent vers le centre de la Terre; & qu'ils gravitent indéfiniment au-delà de ce centre, vers ce que nous appellons le Nadir.

Tel eſt le Préjugé qu'enfante inſenſiblement & comme invinciblement en nous, l'*Habitude de voir & de juger ſans examen*; & que ne détruit pas toujours aiſément la Réflexion, dans les Perſonnes chez qui l'Imagination a un peu plus d'empire que la Raiſon; ou, ce qui revient à la même choſe, dans les Perſonnes dont l'Ame eſt plus propre à enfanter ou à adopter des images & des perſuaſions, qu'à les comparer, qu'à les juger, qu'à les apprécier.

Ne ſéparons point ces *deux Puiſſances de l'Homme*, ces deux bienfaits de l'Etre-créateur, l'Imagination &

la Raiſon : mais fixons les l'une & l'autre à leur deſtination. La premiere eſt ſouvent aveugle & trompeuſe, ſans la ſeconde : la ſeconde eſt toujours aride & languiſſante, ſans la premiere. Dans la carriere des Connoiſſances humaines, celle-là éleve, tranſporte, & quelquefois égare le génie : celle-ci l'éclaire, le guide, le régit & le rectifie. Or ſi l'Imagination nous induit en quelque erreur ſur la *gravitation des Corps* : que nous apprend la *Raiſon* ſur ce même objet, d'après les Expériences & les Obſervations ?

I°. Elle nous apprend que tous les Corps terreſtres gravitent vers le centre de la Terre ; & non au-delà de ce centre : puiſque les Corps qui occupent nos Antipodes quelconques, tendent vers nous, comme nous tendons vers eux ; & que leur centre commun de gravitation, eſt le centre de la Terre, ainſi que le nôtre.

II°. Elle nous apprend que la Lune en L ou en M, a pour centre de gravitation le centre de la Terre, ainſi que les Corps terreſtres : puiſqu'en tout point de ſa Courbe, ſoit au-deſſus de nos têtes, ſoit au-deſſous de nos pieds, elle quitte la tangente, pour infléchir ſon mouvement vers le centre de la Terre. (*Fig.* 12).

III°. Elle nous apprend que la Lune & les Corps terreſtres ne tendent pas plus vers le Nadir que vers le Zénith, vers le Bélier que vers la Balance, vers le Pole arctique que vers le Pole antarctique.

Il eſt donc abſurde d'imaginer dans la *Lune au zénith Z*, une Force accélératrice qui la précipite vers le Nadir ; dans la *Lune au Nadir N*, une force rétardatrice qui s'oppoſe à ſon mouvement vers le Zénith ; puiſque la Lune n'a aucune tendance ſpéciale vers l'un de ces deux Points, plutôt que vers l'autre ; & que *monter vers le Zénith ou deſcendre vers le Nadir*, ſont deux idées totalement étrangeres au mouvement de

la Lune, dans l'Eſpace infini, où il n'y a ni haut ni bas abſolu.

IV°. Elle nous apprend que la Terre, les Planetes principales, les Cometes, ont pour centre de gravitation le Soleil, autour duquel elles décrivent leurs Courbes : ſans avoir aucune tendance ſpéciale vers le Nadir plutôt que vers le Zénith, vers le Bélier plutôt que vers la Balance ; & ainſi du reſte. (*Fig.* 4).

D'où il s'enſuit qu'il n'y a pas plus de difficulté à concevoir, d'après la Raiſon, le Mouvement d'un Corps autour de ſon Centre de gravitation, dans ſon paſſage du Nadir au zénith, que dans ſon paſſage du zénith au nadir. (1283).

1290. OBJECTION IV. S'il eſt vrai que la Lune décrive une Courbe elliptique autour de la Terre, en vertu d'une Force projectile & d'une Force centrale : pourquoi un *Boulet de canon*, tiré horiſontalement de K en L, ne décrit-il pas une Courbe ſemblable LML autour de la Terre ? (*Fig.* 12).

RÉPONSE. Un Boulet de canon, ne décrit point une Courbe elliptique autour de la Terre : parce que ſa Force centripete eſt trop grande, en comparaiſon de ſa Force centrifuge.

I°. Un Boulet de canon qui bat en breche, ne parcourt qu'environ 100 toiſes en une Seconde de tems ; & cette Force projectile ne lui donne qu'une Force centrifuge égale à environ une *Ligne & un tiers* : ainſi que le démontrent les Obſervations expérimentales, la théorie du Nivellement & la théorie du Sinus verſe, appliquée à cet objet. (391 & 1269).

Donc ce Boulet de canon, qui dans une Seconde, s'approche d'environ quinze pieds du centre de la Terre, en vertu de ſa Force centripete ; & qui dans le même tems, ne tend à s'éloigner du centre de la Terre, que d'une ligne & un tiers, en vertu de ſa

Force projectile horiſontale, d'où naît ſa Force centrifuge, doit bientôt atteindre la ſurface de la Terre, où ceſſe ſon mouvement. (*Math.* 534).

II°. Si ce Boulet de canon, avoit une Vîteſſe ou une Force projectile quarante-cinq ou cinquante fois plus grande : il pourroit, dans le Vide ou dans un Milieu nullement réſiſtant, décrire la Courbe dont il eſt queſtion dans cette derniere Objection : parce qu'en parcourant près de cinq mille toiſes en une Seconde, il tendroit à s'éloigner de plus de quinze pieds du centre de la Terre, en vertu de ſa Force projectile; tandis que dans ce même tems, il ne tendroit à s'en approcher que d'environ quinze pieds, en vertu de ſa Force centrale.

Mais dans un Milieu auſſi réſiſtant que l'Air (302); ſa Force projectile, fût-elle mille ou deux mille fois plus grande que celle que lui imprime la Poudre enflammée, ſeroit bientôt détruite & anéantie ; & ſa Force centrale le rameneroit bientôt ſur la ſurface de la Terre.

III°. Ces deux raiſons, qui détruiſent la poſſibilité du *Mouvement elliptique* dans un Corps lancé près de la ſurface terreſtre, ne détruiſent point la poſſibilité du Mouvement elliptique dans la Lune, dont la *Force centrale* eſt environ trois mille ſix cens fois moindre que dans le Boulet de canon; & dont la *Force projectile*, égale à 187964 pieds par minute, eſt cinq ou ſix fois plus grande que celle d'un Boulet de canon qui bat en breche; & dont la Révolution, produite par l'action conjointe de la Force projectile & de la Force centrale, s'effectue, ou dans le Vide, ou dans un Milieu qui ne lui oppoſe aucune réſiſtance. (1272 & 1398).

## PARAGRAPHE SECOND.

### THÉORIE DE LA SECONDE LOI.

1291. OBSERVATION. NOUS venons de faire voir, dans le Paragraphe précédent, que les Planetes & les Cometes, en vertu d'une Force projectile & d'une Force centrale, doivent décrire perſévéramment des Ellipſes autour de leur centre de mouvement; & que ces Révolutions elliptiques ne ſont qu'une ſuite & une dépendance de la théorie même du Mouvement.

Mais comment déduire de la *théorie du Mouvement*, le Rapport entre les moyennes Diſtances & les Tems périodiques de ces différens Corps, qui ſemblent ſe mouvoir comme au haſard autour d'un Centre commun?

I°. Comme cette Théorie, qui ne peut guere intéreſſer qu'un aſſez petit nombre de Lecteurs, exige néceſſairement des Calculs aſſez compliqués, pour être parfaitement développée dans toute ſon étendue: nous nous bornerons à montrer les Principes ſur leſquels elle eſt fondée; & à faire voir qu'en comparant enſemble, les *Viteſſes*, les *Forces centrales*, les *Rayons vecteurs*, les *Tems périodiques* des Planetes dans leurs Révolutions autour du Soleil, on peut en déduire le Rapport marqué par la ſeconde Loi de Képler. (1261).

II°. Pour ſimplifier, autant qu'il eſt poſſible, la Théorie que nous allons donner: nous nous bornerons à comparer entre elles, dans différentes Hypotheſes, les Révolutions périodiques de deux Planetes A & *a*; & nous ſuppoſerons que ces deux Planetes font leurs révolutions dans deux circonférences de Cercles concentriques, dont les Rayons ſont entre eux comme 2 eſt à 1.

Il ſera facile de tranſporter dans l'Ellipſe, les Réſultats que nous allons chercher dans le Cercle : puiſque l'Ellipſe a des rapports fixes & connus avec le Cercle. (*Fig.* 30).

III°. Dans cette théorie, qui exige néceſſairement & des Expreſſions & des Calculs algébriques, nous nommerons les deux Planetes, A & *a*; leurs Vîteſſes ou leurs Forces projectiles, V & *v*; leurs Diſtances ou leurs Rayons vecteurs, R & *r*; la durée de leurs Révolutions ou leurs Tems périodiques, T & *t*; leur Force centripete & leur Force centrifuge, $\frac{VV}{R}$ & $\frac{vv}{r}$ : ces deux Forces ſont égales dans le Cercle. (1274).

IV°. L'Axiome ſuivant ſervira à faire entendre ce que les Calculs & les Equations que nous allons employer, pourroient préſenter d'obſcur & d'embarraſſant.

Ces Calculs, plus effrayans en apparence que difficiles dans la réalité, ne ſuppoſent & n'exigent d'autres connoiſſances, que celles de la plus ſimple Multiplication & Diviſion d'une Fraction ; telles qu'on les trouvera dans notre Cours complet de Mathématiques élémentaires.

1292. AXIOME. *Un nombre quelconque eſt égal à une Fraction qui a ce nombre pour numérateur ; & l'unité pour dénominateur :* ce qui donne une double Expreſſion d'une même & unique Grandeur mathématique.

Par exemple, il eſt évident que $4 = \frac{4}{1}$. que $10 = \frac{10}{1}$: que $365 = \frac{365}{1}$. De même, il eſt évident que $R = \frac{R}{1}$ : que $RR = \frac{RR}{1}$, & ainſi du reſte.

EXPLICATION. Dans les Equations ſuivantes, on ſuppoſe *deux Corps quelconques*, par exemple, deux Planetes ; le premier éloigné du centre de ſon Mou-

vement comme 4, & le ſecond éloigné ſeulement comme 2. (*Fig.* 30).

I°. Si les Vîteſſes de ces deux Corps, ſont en raiſon inverſe de leurs Diſtances ou de leurs Rayons vecteurs 4 & 2; on aura cette premiere Proportion: $V . v :: 2 . 4$; ou bien $V . v :: \frac{1}{4} . \frac{1}{2}$:

Ou cette ſeconde Proportion: $V . v :: r . R$; ou bien $V . v :: \frac{1}{R} . \frac{1}{r}$. (*Math.* 190).

J'ai dit que l'on a d'abord, $V = 2 . v = 4 :: \frac{1}{4} . \frac{1}{2}$. Cela eſt évident: puiſque le produit des extrêmes eſt égal au produit des moyens.

Je dis que l'on a de même, $V = 2 . v = 4 :: \frac{1}{R} . \frac{1}{r}$: puiſque 1 diviſé par $R = 4$, donne évidemment un quotient de moitié plus petit que 1 diviſé par $r = 2$.

Il réſulte delà, que dans la ſeconde des deux Proportions que nous avons d'abord préſentées, V eſt exprimé ou repréſenté par $\frac{1}{R}$; ou que $V = \frac{1}{R}$: comme dans la premiere, V eſt repréſenté par $\frac{1}{4}$, $V = \frac{1}{4}$. Ainſi $V = \frac{1}{R}$, & $v = \frac{1}{r}$.

II°. Puiſque V eſt repréſenté par $\frac{1}{R}$: ſi on éleve les deux Membres de l'Equation $V = \frac{1}{R}$, à leur quarré: on aura $VV = \frac{1}{RR}$.

Si on diviſe les deux Membres de cette Equation $VV = \frac{1}{RR}$, par R ou par $\frac{R}{1}$: on aura $\frac{VV}{R} = \frac{1}{R^3}$. (*Math.* 190 & 212).

Or, puiſque dans cette derniere Equation, le premier Membre $\frac{VV}{R}$ eſt l'expreſſion des Forces cen-

trales : il eſt clair que le ſecond Membre $\frac{1}{R^3}$ ſera auſſi l'expreſſion de ces mêmes Forces centrales. (1274).

On pourra donc comparer entre elles, les Forces centrifuges & centripetes des deux Planetes A & *a* : en les repréſentant tantôt par $\frac{VV}{R}$ & $\frac{vv}{r}$ ; tantôt par $\frac{1}{R^3}$ & $\frac{1}{r^3}$.

1293. REMARQUE. La Vîteſſe ou la Force projectile produit dans un Mobile, une *Force centrifuge ; &* détruit dans ce même Mobile un *Force centripete*, ou une portion d'une Force centripete. (1258).

I°. La Force centripete d'un Mobile, eſt indépendante de la vîteſſe ou de la force projectile de ce mobile : au lieu que la Force centrifuge en eſt totalement dépendante.

Détruiſez la Force projectile de la Lune, ou d'un Boulet de canon tiré horiſontalement : leur Force centripete, ou leur tendance vers le centre de la Terre, ſubſiſte en plein.

Détruiſez dans ces mêmes Mobiles la Force projectile : leur Force centrifuge eſt totalement anéantie ; & ne contrebalance plus en rien, leur Force centripete toujours ſubſiſtante.

II°. Nous avons déjà expliqué & démontré dans quelle proportion croît & décroît dans un Mobile, la *Force centripete* : force indépendante des vîteſſes, mais dépendante des diſtances. (*Fig.* 30).

Dans un même Mobile, quelle que ſoit la vîteſſe ou la force projectile qui l'anime ; la Force centripete eſt toujours en raiſon inverſe du quarré des diſtances A S & *a* S. (1272).

III°. Il nous reſte à expliquer & à démontrer dans quelle proportion cette même Force centripete eſt détruite dans un Mobile, par l'action oppoſée de la

*Force centrifuge :* Force dépendante à la fois & des vîteſſes & des diſtances du Mobile.

Tel va être l'objet des Propoſitions ſuivantes, dans leſquelles l'expreſſion $\frac{\mathfrak{V}V}{R}$ des Forces centrales, aura principalement pour objet les *Forces centrifuges*, qu'il s'agit d'évaluer par le moyen de leur rapport avec les Forces centripetes déjà préalablement connues. (1273).

IV°. On ſait que dans les Mathématiques, la *Regle de fauſſe Poſition*, eſt deſtinée à faire trouver ou des Grandeurs ou des Vérités inconnues, par le moyen d'une Hypotheſe fauſſe, qui a un *Rapport vrai & connu* avec la vraie Hypotheſe.

Le même Artifice ſcientifique eſt mis en œuvre par l'Aſtronomie, pour parvenir à l'évaluation des Forces centrifuges & à la découverte ou à la démonſtration de certaines Vérités importantes : comme on le verra dans les *quatre Hypotheſes ſuivantes*, dont les trois premieres ſont de fauſſes Suppoſitions, deſtinées à frayer la route à la quatrieme, qui eſt l'Hypotheſe même de la Nature.

*DIVERSES HYPOTHESES SUR LE MOUVEMENT CURVILIGNE DES PLANETES.*

1294. HYPOTHESE I. *Si les Tems périodiques des deux Planetes* A & a, *étoient égaux : leurs Viteſſes & leurs Forces centrifuges ſeroient comme leurs Diſtances du Soleil, ou comme leurs Rayons vecteurs.* (Fig. 30).

DÉMONSTRATION. I°. Les Viteſſes de ces ceux Planetes, ſeroient comme leurs Rayons vecteurs. Car les Viteſſes ſont comme les eſpaces parcourus dans des tems égaux. (165).

Or, les eſpaces parcourus dans des tems égaux par les deux Planetes, ſeroient, par la ſuppoſition, les Arcs concentriques & ſemblables AB & *a b*; leſquels

dans un Cercle, ſont entre eux, comme les rayons AS & *aS*. Donc, dans ce cas, on auroit cette proportion : V . *v* :: R . *r*.

II°. Les Forces centrifuges de ces deux Planetes, ſeroient auſſi comme leurs Rayons vecteurs. Car dans un Cercle, les Forces centrifuges ſont égales aux Forces centripetes ; & leur expreſſion commune eſt $\frac{VV}{R}$ & $\frac{vv}{r}$. (1274).

Donc, puiſque ſelon la Proportion précédente, V . *v* :: R . *r* : on aura auſſi $\frac{VV}{R} \cdot \frac{vv}{r} :: \frac{RR}{R} \cdot \frac{rr}{r}$.

Et en effaçant les termes qui ſe détruiſent dans la ſeconde raiſon de cette derniere Proportion ; on aura $\frac{VV}{R} \cdot \frac{vv}{r} :: R . r$ :

Ce qui ſignifie que les Forces centrales ou la Force centrifuge & la Force centripete des deux Planetes ſeroient entre elles, comme leurs Rayons vecteurs. C. Q. F. D.

1295. COROLLAIRE. De cette premiere Hypotheſe, qui n'eſt point celle ſelon laquelle ſe meuvent les Planetes & les Cometes autour de leur Centre de gravitation, réſultent *deux Vérités phyſiques*, qu'il eſt important de bien remarquer ; ſavoir :

I°. Que *ſi une Sphere telle que la Terre ſe meut autour de ſon Axe, avec une vîteſſe quelconque : tous ſes différens Points font leur révolution en même tems.*

II°. Que *les Viteſſes & les Forces centrifuges des Points pris dans une même ſurface circulaire, perpendiculaire à l'Axe de rotation, ſont comme leurs diſtances à l'Axe ; ou comme les Rayons des Cercles qu'ils décrivent.*

EXPLICATION. Tandis que la Terre fait une révolution ſur ſon axe : il eſt clair que chaque élément de la Maſſe terreſtre, décrit la circonférence d'un cercle dont le centre eſt dans l'axe ; & que chaque élément

de cette même Maſſe terreſtre, a une Force projectile, qui lui donne néceſſairement une *Force centrifuge* plus ou moins grande : puiſqu'en vertu de cette Force projectile, chaque élément tend à s'échapper par la tangente à ſa Courbe, dans laquelle il eſt retenu par ſa Peſanteur ou par ſa Force centripete. (*Fig.* 63).

I°. Les portions de la maſſe de la Terre ou de la maſſe de l'Eau ou de la maſſe de l'Air, qui décrivent de plus grandes circonférences ABA, ont évidemment plus de vîteſſe & plus de force projectile, que celles qui décrivent des circonferences plus petites MNM. Les premieres acquierent donc plus de force centrifuge que les dernieres.

Si on ſuppoſe la peſanteur ou la force centripete des premieres, égale à la peſanteur ou à la force centripete des dernieres : il eſt clair que les premieres A doivent perdre plus de leur peſanteur ou de leur force centripete, que les dernieres M : puiſque les premieres ayant plus de force centrifuge que les dernieres, elles ont une plus grande Cauſe deſtructive de leur peſanteur ou de leur force centripete.

Delà, l'applatiſſement des Poles ; où les vîteſſes, & les forces centrifuges nées des vîteſſes, ſont nulles ou très-petites.

Delà, le renflement de l'Equateur, où les vîteſſes, & les forces centrifuges nées des vîteſſes, ſont très-conſidérables, & détruiſent une partie notable de la peſanteur.

II°. Quoique, dans cette Révolution uniforme des différentes portions de la Terre, de l'Eau, & de l'Air, chaque Elément A ou R, M ou X, ait une *Force centrifuge*, oppoſée directement ou obliquement à ſa Peſanteur : il ne s'enſuit pas delà, que cette force centrifuge détruiſe entiérement la Peſanteur.

Elle n'en détruit qu'une très-petite partie ſous l'équateur : elle n'en détruit point du tout ſur l'Axe

PTP & dans les Poles P & P : elle en détruit une portion toujours de plus en plus petite, en allant de l'Equateur ABA vers les Poles.

Selon les Calculs de Huyghens & de quelques autres Phyſiciens : pour que les Corps terreſtres perdiſſent totalement leur Peſanteur ſur la ſurface de la Terre ; il faudroit que la *révolution de la Terre ſur ſon Axe PTP*, fût environ dix-ſept fois plus rapide ; ou qu'elle ſe fît en environ une heure & vingt-cinq minutes.

III°. Comment & en quel ſens eſt-il donc vrai que dans cette *révolution des Corps terreſtres*, par exemple, du Fluide aqueux & du Fluide aérien ; les Forces centripetes ſont égales aux Forces centrifuges ? (*Fig.* 61).

En ce ſens, que l'excès de la force centripete ſur la force centrifuge, eſt par-tout arrêté & contre-balancé dans chaque colonne aqueuſe, dans chaque colonne aériene, par la preſſion des *Colonnes adjacentes ;* dont la peſanteur devient une vraie force centrifuge pour les colonnes ſucceſſivement contiguës, qu'elle tend à élever ſelon les Loix de l'Hydroſtatique.(621).

1296. HYPOTHESE II. *Si les vîteſſes des deux Planetes* A *&* a, *étoient égales : leurs Tems périodiques ſeroient comme leurs Rayons vecteurs ; & leurs Forces centrifuges, en raiſon inverſe & de leurs Rayons & de leurs Tems périodiques.* (Fig. 30).

DÉMONSTRATION. I°. Les Tems périodiques de ces deux Planetes, ſeroient comme leurs Rayons vecteurs. Car les Vîteſſes étant ſuppoſées égales : il eſt clair que la révolution du Corps A, ſera plus longue que la révolution du Corps *a ;* autant que la circonférence décrite par le corps A eſt plus grande que la circonférence décrite par le Corps *a*.

Les Tems périodiques ſeroient donc entre eux, comme ces circonférences ; & par là même comme

leurs Rayons qui leur ſont proportionnels. Donc, dans ce cas, T. $t$ :: R. $r$.

II°. Les Forces centrifuges ſeroient en raiſon inverſe des Rayons vecteurs. Car ces Forces ſont $\frac{VV}{R}$ & $\frac{vv}{r}$. (1274).

Or, VV étant égal à $vv$, par la ſuppoſition: il eſt clair que $\frac{VV}{R}$ & $\frac{vv}{r}$ ſont en raiſon inverſe de leurs Diviſeurs; qui ſont les rayons des deux circonférences concentriques. (*Math.* 190).

III°. Les Forces centrifuges ſeroient auſſi en raiſon inverſe des Tems périodiques. Car ces Forces étant en raiſon inverſe des Rayons vecteurs, comme on vient de le démontrer: il eſt clair qu'elles ſont auſſi en raiſon inverſe des circonférences de ces Rayons, qui ſont proportionnels à leurs circonférences; & par là même, qu'elles ſont en raiſon inverſe des Tems périodiques, qui ſont meſurés par ces circonférences, ou qui ſont entre eux comme ces circonférences. C. Q. F. D.

1297. HYPOTHESE III. *Si les Viteſſes des deux Planetes* A & a, *étoient en raiſon inverſe de leurs diſtances ou de leurs Rayons vecteurs: leurs Forces centrifuges ſeroient en raiſon inverſe des Cubes de ces mêmes diſtances.* (Fig. 30).

DÉMONSTRATION. I°. Les Vîteſſes réelles des deux Planetes, étant ſuppoſées en raiſon inverſe de leurs Diſtances ou de leurs Rayons vecteurs: on a cette proportion: la petite vîteſſe V de la Planete plus éloignée, eſt à la grande vîteſſe $v$ de la Planete moins éloignée; comme le petit rayon $r$ eſt au grand rayon R. On a donc, V. $v$ :: $r$. R; & par l'Axiome précédent, V. $v$ :: $\frac{1}{R}$. $\frac{1}{r}$.

Par conſéquent, on a d'abord, $V = \frac{1}{R}$; $VV = \frac{1}{R^2}$; $\frac{VV}{R} = \frac{1}{R^3}$. On a donc de même, $v = \frac{1}{r}$; $vv = \frac{1}{r^2}$; $\frac{vv}{r} = \frac{1}{r^3}$.

De ces Equations comparées entre elles, il réſulte évidemment que $\frac{VV}{R} \cdot \frac{vv}{r} :: \frac{1}{R^3} \cdot \frac{1}{r^3}$.

Or, dans cette derniere Proportion, la premiere Raiſon exprime les Forces centrifuges : donc la ſeconde Raiſon, qui lui eſt égale, exprime auſſi les Forces centrifuges.

II°. Mais dans cette derniere Raiſon $\frac{1}{R^3} \cdot \frac{1}{r^3}$ ; les deux Termes que l'on compare enſemble & qui ſont deux Fractions, ſont en raiſon inverſe des Cubes des diſtances ou des rayons vecteurs : puiſque les Numérateurs des deux Fractions étant les mêmes ; il eſt clair que ces deux Fractions ſont en raiſon inverſe de leurs Dénominateurs ou de leurs Diviſeurs, qui ſont ici les Cubes des Rayons vecteurs. (*Math.* 190).

On aura donc, pour l'expreſſion des deux Forces centrifuges que l'on cherche à comparer & à évaluer, ou cette proportion $\frac{VV}{R} \cdot \frac{vv}{r} :: \frac{1}{R^3} \cdot \frac{1}{r^3}$ :

Ou cette autre Proportion égale à la précédente, $\frac{VV}{R} \cdot \frac{vv}{r} :: r^3 \cdot R^3$ : ce qui ſignifie que les Forces centrifuges des deux Planetes A & *a*, dans la Suppoſition préſente, ſont en raiſon inverſe des Cubes des Rayons vecteurs. C. Q. F. D.

1298. COROLLAIRE. *Les Forces centrifuges d'une Planete ou d'une Comete qui décrit une Ellipſe autour de ſon centre de gravitation, ſont, ſur tous les points de ſon Orbite, en raiſon inverſe des Cubes de ſes Diſtances ou de ſes Rayons vecteurs.*

DÉMONSTRATION. I°. On peut regarder un Mobile qui décrit une Courbe différente du Cercle, comme commençant à chaque inſtant à ſe mouvoir dans un *nouveau Cercle* dont le rayon ſeroit égal au rayon vecteur actuel du Mobile : puiſqu'il eſt évident qu'un infiniment petit arc d'une Ellipſe, peut cadrer & ſe confondre ſenſiblement avec un infiniment petit arc d'un Cercle de même courbure & de même rayon que cet arc elliptique. (*Math.* 761).

Le *mouvement d'une Planete ou d'une Comete*, dans ſa Courbe elliptique, peut donc être conſidéré comme compoſé de petits mouvemens circulaires, variables à chaque inſtant ; & dont les Vîteſſes réelles & abſolues ſont toujours & par-tout en raiſon inverſe des rayons vecteurs. (1281).

II°. Or, ſelon l'hypotheſe & la démonſtration précédente, ces *Vîteſſes en raiſon inverſe des Rayons vecteurs*, produiroient dans le Cercle, des Forces centrifuges en raiſon inverſe des cubes des Rayons vecteurs : donc elles produiront le même effet dans des Courbes qui, dans un Arc infiniment petit, ne different point ou ne different qu'infiniment peu du Cercle.

Donc les différentes Vîteſſes d'une même Planete ou Comete, toujours & par-tout en raiſon inverſe des Rayons vecteurs alternativement croiſſans & décroiſſans, lui donneront des *Forces centrifuges en raiſon inverſe des cubes de ſes Rayons vecteurs*, dans tous les infiniment petits Arcs de ſa Courbe : leſquels peuvent toujours & par-tout ſe confondre avec des Arcs de divers Cercles qui auroient la même courbure que ces arcs elliptiques ; & dont le rayon ſeroit égal au rayon vecteur actuel de la Planete ou Comete, en quelque point de ſon Orbite qu'on la ſuppoſe.

III°. Donc, comme nous l'avons ſupoſé ailleurs,

les Forces centrifuges de cette Planete ou Comete, ſur tous les points de ſon Orbite elliptique, ſont en raiſon inverſe des Cubes de ſes diſtances ou de ſes rayons vecteurs. (*Fig.* 31).

De ſorte que, quand la diſtance AS ſera = 1, ſa force centrifuge ſera = 1 : quand la diſtance CS ou DS ſera = 2, ſa force centrifuge ſera = $\frac{1}{8}$ : quand la diſtance FS ſera = 4, ſa force centrifuge ſera = $\frac{1}{64}$ ; & ainſi du reſte. C. Q. F. D.

1299. OBJECTION. Si dans le Mouvement elliptique des Planetes & des Cometes, les *Forces centrifuges* croiſſent & décroiſſent alternativement en raiſon inverſe des cubes des Rayons vecteurs ; les Forces centripetes devroient croître & décroître auſſi ſelon la même proportion : puiſque l'expreſſion des Forces centrifuges & centripetes eſt la même. (1274).

Comment concilier cette théorie, avec celle que nous avons établie & démontrée ailleurs ; ſavoir, que les Forces centripetes d'un Corps quelconque, croiſſent & décroiſſent en raiſon inverſe des quarrés des Rayons vecteurs, & non en raiſon inverſe des cubes des Rayons vecteurs ? (1272).

RÉPONSE. I°. Dans le *Mouvement circulaire* d'un même Corps, les Forces centrifuge & centripete qui l'animent, ſont toujours & par-tout néceſſairement égales : puiſque ſi l'une de ces deux forces rivales & oppoſées l'emportoit ſur l'autre ; le Mobile s'approcheroit ou s'éloigneroit de ſon centre, & ceſſeroit de décrire un Cercle.

Ainſi, dans le Cercle, l'expreſſion de ces deux Forces, eſt exactement & perſévéramment la même.

II°. Mais dans le *Mouvement elliptique*, où ces deux Forces ſont inégales, & où l'une l'emporte alternativement ſur l'autre ; leur expreſſion n'eſt la même, qu'autant qu'on les compare l'une à l'autre, dans un

Cercle appliqué à l'Ellipſe & confondu en partie avec un infiniment petit arc de l'Ellipſe. (*Math.* 762).

Dans ce cas, l'expreſſion des Forces centrifuge & centripete, eſt la même relativement au *Cercle de comparaiſon :* parce que la Force centrifuge tend à éloigner le Mobile du centre de ce Cercle, préciſément autant que la Force centripete tend à l'en approcher.

L'expreſſion n'eſt pas la même *par rapport à l'Ellipſe*, ou à la Courbe du Mobile : parce que ſur chaque point de l'Ellipſe, la Force centrifuge tend toujours à éloigner le Mobile du centre S de gravitation, ou plus, ou moins, que la Force centripete ne tend à l'en rapprocher. (*Fig.* 31).

III°. Si l'on demande maintenant pourquoi la théorie de l'Hypotheſe & du Corollaire précédent, cadre avec la *Force centrifuge* dans l'Ellipſe, ſans cadrer de même avec la Force centripete dans la même ellipſe : la raiſon en eſt, que la *Force centrifuge* eſt toujours dans la direction du Rayon, ſoit dans l'Ellipſe, ſoit dans le Cercle de comparaiſon; cette Force étant toujours la quantité dont le Mobile tend à s'éloigner de l'arc commun & à l'ellipſe & au cercle de comparaiſon : au lieu que la *Force centripete* eſt dans la direction du Rayon de l'ellipſe, & non dans la direction du rayon du Cercle appliqué à l'ellipſe ; cette Force étant la quantité dont le Mobile tend à s'approcher du Foyer central de l'ellipſe, & non du centre du cercle de comparaiſon.

Le *Cercle de comparaiſon*, peut donc ſervir à faire trouver l'expreſſion de la Force centrifuge dans l'ellipſe : ſans que cette expreſſion ſoit en même tems l'expreſſion de la Force centripete dans la même ellipſe. La Force centripete eſt ſuppoſée ici déjà trouvée d'une autre maniere & par d'autres voies. (1272).

1300. REMARQUE. Les trois Hypotheſes précé-

dentes ſont trois fauſſes Suppoſitions, qui ne cadrent point avec le Syſtême planétaire. La troiſieme Hypotheſe, par exemple, ne cadre pas avec les *Vîteſſes réelles de nos Planetes :* puiſque ces Vîteſſes réelles de nos Planetes, ſont entre elles *en raiſon inverſe des Racines quarrées des diſtances*, & non en raiſon inverſe des diſtances. (1179 & 1261).

Mais cette Hypotheſe cadre avec les différentes Vîteſſes réelles d'une même & unique Planete, dont les vîteſſes réelles & variables ſur les différens points de ſon Orbite, ſont toujours en raiſon inverſe de ſes diſtances du Soleil (1281); & l'objet de cette troiſieme hypotheſe, c'eſt de déterminer la quantité de Force centrifuge qui anime cette même & unique Planete ſur chaque point de ſon Orbite, à différentes diſtances de ſon Centre de mouvement ou du Soleil S. (*Fig.* 23, 29, 31).

1301. HYPOTHESE IV. *Si les Forces centripetes des deux planetes* A *&* a, *ſont en raiſon inverſe des quarrés de leurs diſtances ou de leurs rayons vecteurs, comme elles le ſont en effet* (1273) : *leurs Vîteſſes réelles ſeront entre elles, comme les Racines quarrées de leurs diſtances inverſes.* (Fig. 30).

EXPLICATION. C'eſt-à-dire que la vîteſſe de la Planete plus éloignée, ſera à la vîteſſe de la Planete moins éloignée : comme la Racine quarrée de la petite diſtance, eſt à la Racine quarrée de la grande diſtance.

Sur quoi il faut obſerver que cette quatrieme Hypotheſe n'eſt point, comme les précédentes, une fauſſe Suppoſition deſtinée, ou à préparer à la véritable, ou à conduire à quelque utile lumiere : c'eſt *l'Hypotheſe même de la Nature ;* c'eſt la ſeconde Loi obſervée par Képler, dans le moyen Mouvement ou dans la *moyenne Viteſſe* des Planetes. (1179 & 1261).

DÉMONSTRATION. I°. Dans cette derniere hypothese, on a la Proportion suivante : la Force centripete de la Planete plus éloignée, est à la Force centripete plus grande de la Planete moins éloignée ; comme le quarré du petit Rayon, est au quarré du grand Rayon : ou $\frac{VV}{R} . \frac{vv}{r} :: rr . RR$ :

Et selon la théorie de l'Axiome précédemment expliqué (1292) : $\frac{VV}{R} . \frac{vv}{r} :: \frac{1}{RR} . \frac{1}{rr}$.

II°. Il s'agit maintenant de démêler dans cette Equation $\frac{VV}{R} = \frac{1}{RR}$, la valeur de V, qui exprime la *Vîteſſe ;* & la valeur de R, qui exprime le *Rayon.*

D'abord, en multipliant par R, les deux Membres de cette Equation : on aura $VV = \frac{R}{RR}$ :

Et en effaçant dans le dernier Membre, les termes qui ſe détruiſent ; on a VV = R ; ou le quarré de la Vîteſſe, proportionnel au Rayon.

Enſuite, puiſque $\frac{VV}{R} = \frac{1}{RR}$ : en effaçant dans cette Equation, les termes qui ſe détruiſent, c'eſt-à-dire R de part & d'autre ; on aura $VV = \frac{1}{R}$ ; & en extrayant la *Racine quarrée* de cette derniere Equation, on aura $V = \sqrt{\frac{1}{R}}$.

III°. Dans cette derniere Equation, le premier Membre exprime la vîteſſe de la Planete plus éloignée : le ſecond Membre exprime la Racine quarrée du Rayon de la Planete moins éloignée.

En faiſant la même opération ſur l'autre Equation $\frac{vv}{r} = \frac{1}{rr}$ : on aura $v = \sqrt{\frac{1}{r}}$.

On trouvera donc, par cette théorie géométrique, que la moyenne Vîteſſe de la Planete la plus éloignée, eſt à la moyenne Vîteſſe de la Planete la

moins éloignée; comme la Racine quarrée de la petite diſtance, eſt à la Racine quarrée de la grande diſtance; ou que *ces Viteſſes moyennes* ſont entre elles, comme les Racines quarrées des moyennes diſtances inverſes. C. Q. F. D.

1302. REMARQUE. Puiſque la Vîteſſe eſt l'eſpace parcouru, diviſé par le tems employé à le parcourir: que l'on diviſe la Courbe de la Terre & de Mars, par exemple, par les Tems périodiques reſpectifs de ces deux Planetes. (1179 & 1186).

On trouvera que la Vîteſſe réelle de Mars, eſt plus petite que celle de la Terre; & que la moyenne vîteſſe de Mars, eſt à la moyenne vîteſſe de la Terre; comme la Racine quarrée de la moyenne diſtance de la Terre, eſt à la Racine quarrée de la moyenne diſtance de Mars; & ainſi des autres Planetes.

Comme on évalue les *Viteſſes*, en diviſant les eſpaces parcourus par les tems employés à les parcourir (262): de même, on évalue & on compare les *Tems*, en diviſant les eſpaces parcourus, tels que 12 & 25, par les Vîteſſes 4 & 5 avec leſquelles ſont parcourus ces eſpaces: ce qui donne $\frac{12}{4} = 3$ tems, & $\frac{25}{5} = 5$ tems.

1303. COROLLAIRE I. *Les Viteſſes des deux Planetes* A & a, *étant entre elles comme les Racines quarrées de leurs diſtances inverſes: les quarrés des Tems périodiques, ſeront entre eux comme les Cubes des diſtances reſpectives.* (Fig. 30).

DÉMONSTRATION. I°. Les Tems ſont comme les eſpaces parcourus, diviſés par les vîteſſes.

II°. Ces eſpaces parcourus ſont les circonférences, qui ſont proportionnelles aux Rayons: les Tems ſeront donc $T = \frac{R}{V}$, & $t = \frac{r}{v}$.

III°. Puiſque $T = \frac{R}{V}$ : il s'enſuit que $T^2 = \frac{R^2}{V^2}$. Or, par la démonſtration de l'Hypotheſe précédente, $VV = \frac{1}{R}$.

Donc, dans l'Equation $T^2 = \frac{R^3}{V^2}$, qui repréſente le rapport des quarrés des Tems aux diſtances, on peut ſubſtituer $\frac{1}{R}$, à $V^2$.

Donc, $T^2 = R^2$ diviſé par $\frac{1}{R}$ : donc $T^2 = R^3$ : ce qui ſignifie que les quarrés des Tems ſont entre eux, comme les Cubes des Diſtances ou des Rayons vecteurs. C. Q. F. D.

1304. COROLLAIRE II. *Et réciproquement, ſi les quarrés des Tems, ſont comme les Cubes des diſtances propres : les Forces centripetes ſeront en raiſon doublée des diſtances inverſes, ou en raiſon inverſe des quarrés des diſtances reſpectives.*

DÉMONSTRATION. D'abord, $T = \frac{R}{V}$ : comme on vient de l'obſerver & de le démontrer dans le Corollaire précédent.

Donc, ſi $T^2 = R^3$ : on aura auſſi $\frac{R^3}{V^2} = R^3$ & $V^2 = \frac{R^3}{R^3} = \frac{1}{R}$ : comme dans la derniere Hypotheſe.

D'où il s'enſuit que $\frac{VV}{R} = \frac{1}{RR}$ ; & que $\frac{vv}{r} = \frac{1}{rr}$ : ce qui ſignifie que les Forces centripetes, ainſi que nous l'avons déjà expliqué & démontré ailleurs (1273), ſont en raiſon inverſe des quarrés des Diſtances ou des Rayons vecteurs. C. Q. F. D.

1305. REMARQUE. Quoique les Planetes ſe meuvent dans des Ellipſes, & non dans des Cercles : la *même Théorie* que nous venons de développer dans le

Cercle, peut s'appliquer à leurs Mouvemens dans des Ellipſes.

La raiſon en eſt, que dans chaque point de leur Courbe elliptique, & ſur-tout dans leur moyenne diſtance, on peut les conſidérer comme commençant à ſe mouvoir dans *un Cercle* dont le rayon ſeroit égal au rayon actuel de leur Courbe; & que la petite portion de cette Courbe, qu'elles parcourent dans un tems très-court, par exemple dans une ſeconde ou dans une minute, ne differe qu'infiniment peu du Cercle dont nous parlons. (*Math.* 762).

### *RÉFLEXIONS SUR CES LOIX DE KÉPLER.*

1306. OBSERVATION. Après avoir expoſé & développé *dans ces deux fameuſes Loix de Képler*, le plus grand & le plus intéreſſant Mécaniſme de la Nature viſible : il nous reſte à faire obſerver, comme en paſſant, qu'il ne faut rien de plus que l'exiſtence & la permanance de ces deux Loix de la Nature, pour établir démonſtrativement & pour faire ſentir partout efficacement, & l'inviſible préſence & l'ineffable action d'un Être incréé & créateur, ſeul auteur, ſeul conſervateur, ſeule cauſe efficiente de l'ineffable Mouvement qui anime perſévéramment les Globes céleſtes. (*Fig.* 29 & 30).

I°. Ces Loix de la Nature, ſont des Loix libres & arbitraires : puiſqu'il eſt évident qu'il n'y a rien dans la Matiere & dans les Corps, qui exige eſſentiellement que les Corps tendent les uns vers les autres; qu'ils tendent plutôt vers le Soleil, par exemple, que vers Sirius; qu'ils tendent vers certains Centres, *en raiſon inverſe des Quarrés des diſtances*, plutôt qu'en raiſon directe des diſtances, ou des quarrés ou des cubes ou des racines quarrées ou des racines cubiques de ces diſtances.

De même, il eſt évident que dans la nature du

Mouvement, ſi on l'enviſage antécédemment à toute Loi poſitive, libre & arbitraire ; il n'y a rien qui exige eſſentiellement que les Corps tendent à s'éloigner de certains centres, *en raiſon inverſe des Cubes de leurs diſtances*, plutôt qu'en raiſon inverſe des diſtances ou des quarrés des diſtances ; plutôt qu'en raiſon directe des diſtances, ou de leurs quarrés, ou de leurs cubes, ou de leurs racines quelconques, & ainſi du reſte.

Ces deux Loix doivent donc leur établiſſement & leur conſervation à un Principe libre, à un Arbitre ſuprême de la Nature, auquel il a plu de donner à la Nature *telles Loix de Mouvement*, relativement à l'Ordre de choſes par lui choiſi & déterminé ; plutôt que telles & telles autres Loix de mouvement évidemment poſſibles, qu'il auroit pu également choiſir & établir.

Ce peu de mots nous paroît ſuffiſant pour décider la fameuſe Queſtion, ſi ſouvent agitée : *ſi les Loix de la Nature, ſont libres ou neceſſaires.*

II°. Ces Loix de la Nature, pour être libres & arbitraires, n'en ſont pas moins conſtantes & immuables.

La raiſon en eſt, qu'elles ont pour auteur & pour conſervateur, un Etre dont l'immutabilité eſt l'apanage eſſentiel ; un Etre abſolument incapable de changer jamais de deſſein & de volonté ; un Etre qui veut & décerne toujours, ce qu'il a une fois voulu & décerné. (*Mét.* 951 & 953).

Ainſi, on peut compter ſur les Réſultats de ces Loix primitivement libres & arbitraires, avec autant d'aſſurance, que ſi elles étoient néceſſaires en elles-mêmes.

III°. Ces Loix libres & arbitraires, mais infiniment ſages, exigent néceſſairement, pour ſubſiſter dans la Nature, l'action permanante d'un Principe moteur,

infini & dans ſon intelligence & dans ſa puiſſance.

Quel autre, qu'un Génie illimité dans ſon eſſence & dans ſon intelligence, pourroit ſaiſir à chaque inſtant, tous les rapports infiniment compliqués & toujours variables que doivent prendre les *Forces centripetes & centrifuges* de chaque élément de Matiere; pour faire perſévéramment ſubſiſter & pour ne jamais altérer en rien l'Ordre de choſes une fois établi? Quel autre qu'un Agent infini dans ſon eſſence & dans ſa puiſſance, pourroit donner à chaque inſtant, ſans excès & ſans défaut, à chaque Planete, à chaque Comete, ſur tous les Points de leur Orbite, le degré précis de Vîteſſe, de Force centrifuge, de Force centripete, qu'il lui faut; pour reſter perſévéramment dans la même Courbe qu'elle a une fois commencé à décrire? Le Roi Prophete l'a dit : la Sageſſe & la Puiſſance d'un Dieu Créateur, ſont empreintes dans les Cieux en caracteres ſi ſenſibles & ſi lumineux, qu'il faut manquer à la fois & de lumiere & de ſentiment, pour ne pas les y appercevoir. O aveugle & ſtupide Athéiſme, tu n'habitas certainement jamais dans un Cœur droit & dans un Eſprit éclairé!

IV°. On peut dire, la même choſe de toutes les *Loix de la Mécanique;* elles ſont toutes, ſans aucune exception, des Loix libres & arbitraires, mais immuables; & elles ſuppoſent toujours & partout, l'action permanante de l'Etre Créateur.

Il eſt clair que l'on ne conçoit rien dans la nature de la Matiere ou du Mouvement, qui exige eſſentiellement & par ſoi-même, qu'un Levier double donne une Force double; qu'une très-petite Maſſe, animée d'une immenſe vîteſſe, faſſe équilibre avec une Maſſe immenſe, animée d'une vîteſſe très-petite.

Les choſes ne ſont ainſi, que parce qu'il a plu au ſuprême Légiſlateur de la Nature, qu'elles fuſſent telles; & que parce qu'il les rend perſévéramment telles,

par ſon action toujours permanante, ſeule cauſe efficiente de tout Mouvement dans la Nature : Preuve ſenſible & démonſtrative de ſon exiſtence & de ſa préſence ſur la Terre & autour de nous, ainſi que loin de nous & dans l'immenſité des Cieux.

1307. REMARQUE. Des deux Loix de la Nature, que nous venons d'examiner & de développer dans toute cette troiſieme Section, naît un *Mouvement elliptique*, durable & permanant, dans tous les Corps céleſtes que nous connoiſſons ſous le nom de Planetes & de Cometes. (*Fig.* 30 & 31).

Pour que ces mêmes Loix donnaſſent aux mêmes Corps céleſtes, *un Mouvement circulaire*, qu'auroit-il fallu ? Il auroit fallu que le Mouvement projectile eût été imprimé à chaque Mobile, dans une direction perpendiculaire à ſon Rayon vecteur ; & que ce Mouvement projectile eût eu d'abord dans chaque Mobile, ſans excès & ſans défaut, un degré précis de vîteſſe, propre à y produire une Force centrifuge, préciſément égale à la force centripete. Dans ce cas, le Mobile quelconque auroit décrit un Cercle, & non une Ellipſe. (1284).

Mais l'Auteur de la Nature, eſſentiellement indépendant dans ſes volontés, dans les fins qu'il ſe propoſe, dans le choix des moyens qu'il lui plaît d'employer, a voulu & décerné librement & d'après ſon bon plaiſir, un *Mouvement elliptique*, & non un Mouvement circulaire, dans les Corps céleſtes ; & ce Mouvement elliptique, en mettant plus de variété dans l'Ordre préſent des choſes, n'y met pas moins de puiſſance & de ſageſſe.

Le Mouvement circulaire eût exigé que l'Auteur de la Nature, imprimât primitivement à chaque Mobile, une *Impulſion déterminée*, perpendiculaire & proportionnelle à ſa Force centripete.

Le Mouvement elliptique n'exige de la part de l'Etre créateur, pour chaque Planete ou Comete en particulier, qu'une *Impulſion déterminée*, plus ou moins foible, plus ou moins forte, & dans une direction quelconque, différente de celle du Rayon vecteur: ce qui ſemble plus propre à étaler ſans ceſſe à nos yeux, le ſpectacle de ſa Sageſſe & de ſa Puiſſance, uni & aſſorti au ſpectacle de ſa Liberté. *Cœli enarrant gloriam Dei, & Opera manum ejus, annunciat Firmamentum.*

## QUATRIEME SECTION.

### LES SYSTÊMES DU MONDE.

1308. DÉFINITION. UN *Syſtême du Monde*, eſt un arrangement reſpectif des Corps céleſtes, qui puiſſe cadrer avec les divers Phénomenes que l'on obſerve dans leurs mouvemens; ou d'où puiſſe réſulter & découler une ſatisfaiſante explication de ces phénomenes.

I°. Il eſt plus que vraiſemblable qu'*un ſyſtême du Monde*, qui s'accorde en tout & par-tout avec les Phénomenes céleſtes, qui renferme dans ſa théorie toutes les évolutions des Aſtres dans toute leur généralité & dans toutes leurs particularités, qui cadre à la fois & avec les Principes phyſiques & avec les Obſervations aſtronomiques, eſt le vrai Syſtême ou le vrai arrangement de la Nature.

II°. Il eſt certain, il eſt évident, que *tout ſyſtême du Monde*, qui ne s'accorde ni avec les Principes phyſiques, ni avec les Obſervations aſtronomiques, ni avec la théorie connue du Mouvement, n'eſt point le vrai ſyſtême ou le vrai arrangement de la Nature.

Nous allons examiner, d'après cette Idée ou d'après ces Principes, les ſyſtêmes de Ptolomée, de Copernic, de Tycho-Brahé.

### *SYSTÊME DE PTOLOMÉE.*

1309. EXPLICATION. Ptolomée, Grec d'origine & natif de Peluſe en Egypte, le plus grand aſtronome de ſon ſiecle & peut-être de toute l'Antiquité, créa & publia ſon *Syſtême du Monde*, à Alexandrie, vers le milieu du ſecond ſiecle du Chriſtianiſme; & ce Syſtême fut regardé, avec raiſon, comme un chef-d'œuvre de génie, dans un tems où le peu de connoiſſances que l'on avoit & ſur la Phyſique & ſur l'Aſtronomie, ne permettoit pas à l'eſprit humain, d'imaginer rien de mieux.

Dans ce Syſtême, que les Obſervations & les Découvertes des ſiecles poſtérieurs, ont détruit de fond en comble; & qui eſt ſi viſiblement faux, ruineux, abſurde, dans toutes ſes parties, (*Fig.* 32):

I°. La Terre eſt immobile au centre de l'Univers: l'élément de l'Air, enveloppe la Terre: l'élément du Feu, domine & enveloppe la maſſe & la région de l'Air: un Ciel de cryſtal, c'eſt-à-dire, une immenſe Couche ſphérique d'une Matiere ſolide & tranſparente, embraſſe & enveloppe le tout; & ſert de ſiege à la Lune, qui s'y trouve placée, comme un diamant dans ſon chaton.

II°. Au-deſſus de la région de l'Air & du Feu, qui enveloppent la *Terre immobile au centre de l'Univers*, ſe trouvent à différentes diſtances, *onze Cieux de cryſtal*; ou onze Couches ſphériques & concentriques d'une Matiere ſolide & tranſparente, telle que celle dont nous venons de parler.

Le premier de ces Cieux de cryſtal, eſt deſtiné à ſoutenir & à porter la Lune autour de la Terre: le ſecond rend le même ſervice à Mercure; le troiſieme,

à

à Vénus; le quatrieme, au Soleil; le cinquieme, à Mars; le ſixieme, à Jupiter; le ſeptieme, à Saturne; le huitieme, aux Etoiles, qui s'y trouvent toutes enchaſſées au haſard; & qui y brillent d'un éclat différent, quoique placées à la même diſtance de la Terre.

Parmi les *autres Cieux plus éloignés du centre de la Terre*, le neuvieme engraine le Ciel des Etoiles; & les fait avancer chaque jour d'environ un degré ſur la révolution du Soleil, d'orient en occident: il engraine auſſi les Cieux inférieurs des différentes Planetes; & les fait aller ſans ceſſe d'occident en orient, contre leur mouvement diurne, avec des vîteſſes inégales.

Le dixieme imprime au même Ciel des Etoiles, un autre petit mouvement parallele au plan de l'Ecliptique, d'occident en orient; & le fait tourner autour de l'axe de l'Ecliptique.

Le onzieme, ſurnommé le premier Mobile, imprime à toute la Machine le grand Mouvement, qui eſt le mouvement diurne, d'orient en occident; ſans altérer & ſans déranger le mouvement particulier des deux Cieux inférieurs, dont nous venons de parler.

III°. Les Stations, les Directions, les Rétrogradations des Planetes, étoient connues de Ptolomée. Pour les expliquer dans ſon Syſtême, il adapte un Epicycle au Ciel de chaque Planete; c'eſt-à-dire, un Cercle dont l'axe eſt comme adhérant & dont le plan eſt à peu près perpendiculaire au Ciel de chaque Planete. (*).

(*) ETYMOLOGIE. Epicycle, Cercle ayant ſon centre ſur la circonférence d'un autre Cercle. D'ἐπὶ, *ſùper*; & de κύκλος, *Circulus*. Il n'y a point d'Epicycle réel, dans la Nature.

Dans cette hypotheſe, le Ciel de Saturne S, par exemple, eſt échancré en *ac*. Un axe ou un eſſieu d'une matiere ſolide & indeſtructible, enfile le centre de l'Epicycle ou du Cercle *abcda*; & repoſe de part & d'autre par ſes extrêmités ſur deux rainures S du Ciel échancré. Saturne n'occupe pas le centre S de ſon Epicycle : mais il eſt fixé immobilement dans un point *a* de la circonférence de cet Epicycle.

Le centre S de l'Epicycle, a les mêmes mouvemens que le Ciel auquel il eſt adhérant : mais ſa circonférence a un mouvement propre & permanant d'occident en orient; un mouvement *abcda*, qui fait que Saturne eſt tantôt direct, tantôt rétrograde, tantôt ſtationnaire. Saturne eſt direct, quand allant ſelon l'ordre des Signes, il parcourt l'arc *abc* : il eſt rétrograde, quand allant contre l'ordre des Signes, il parcourt l'autre partie *cda* de ſon orbite : il eſt ſtationnaire vers les points *a* & *c*.

Les autres Planetes, excepté la Lune, ont également leurs Stations, leurs Directions, leurs Rétrogradations. C'eſt pourquoi Ptolomée les plaça dans la circonférence de tout autant de ſemblables Epicycles *rtsr*; hormis la Lune, qu'il fixa ſimplement dans ſon Ciel, ſans aucun épicycle.

## SYSTÊME DE COPERNIC,

### OU LE VRAI SYSTÊME DU MONDE.

1310. EXPLICATION. Ariſtarque de Samos, Pythagore, & quelques autres Philoſophes de l'Antiquité, avoient penſé ou ſoupçonné que le Soleil eſt immobile au centre du Monde planétaire; & que la Terre eſt une Planete errante autour du Soleil.

Mais *cette Opinion*, mal préſentée, mal développée, mal combinée, avoit paru un ſimple rêve, & en avoit eu le ſort, un oubli total. Un grand homme

l'examina, l'approfondit, la mit dans ſon vrai jour, au commencement du ſeizieme ſiecle; & ce qui avoit été anciennement dédaigné comme un rêve, a été enfin généralement adopté dans ces derniers ſiecles, comme le vrai Syſtême du Monde. Ce grand homme fut *Copernic*, né à Thorn dans la Pruſſe royale, & enſuite chanoine de Varmie. Voici, en peu de mots, ſon idée, qui ſera plus amplement développée dans toute la ſuite de cette quatrieme Section. (*Fig.* 4).

I°. *Au centre ſenſible du Monde planétaire*, eſt ſitué le Soleil immobile F, centre commun de tous les mouvemens des Planetes.

Les Etoiles ſont tout autant de Soleils immobiles, autour deſquels tournent vraiſemblablement des Planetes ſemblables à celles qu'éclaire & qu'échauffe notre Soleil.

II°. *Autour du Soleil immobile* F, ſe fait la révolution des ſix Planetes principales, qui ſont Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne. La Planete de Herſchel, n'étoit point alors connue.

La Terre a une Lune, Jupiter en a quatre, Saturne cinq, qui font leurs révolutions à part autour de leur Planete: tandis que la Planete qui les entraîne avec elle, fait ſa révolution plus ou moins lente autour du Soleil.

III°. La *Terre-Planete* a trois Mouvemens différens, dont nous avons déjà donné ailleurs une idée générale, (1196):

Un *Mouvement diurne ABA*, d'occident en orient, autour de ſon Axe DF, toujours ſenſiblement parallele à lui-même; en vertu duquel tout le Ciel paroît tourner en un ſens contraire, d'orient en occident, dans l'eſpace de vingt-quatre heures, (*Fig.* 10):

Un *Mouvement annuel PQRTP*, dans l'Ecliptique & ſelon l'ordre des Signes; en vertu duquel le Soleil immobile S paroît parcourir l'Ecliptique ſelon

l'ordre des Signes, dans l'eſpace d'un an :

Un *Mouvement rétrograde* dans tous les points de ſa Maſſe, d'orient en occident & parallélement à l'Ecliptique GFG : mouvement fort lent, en vertu duquel toutes les Etoiles, quoique réellement immobiles, paroiſſent avancer chaque année ſelon l'ordre des Signes ; s'approcher ou s'éloigner d'une petite quantité de l'Equateur ; & faire une révolution entiere ſelon l'ordre des Signes, autour de l'Axe & des Poles D T E de l'Ecliptique, dans l'eſpace de 25740 ans. (*Fig.* 6).

IV°. Copernic penſoit que les Orbites *m a m*, TDT, MNM, KIK, des Planetes, ſont des Cercles : les Obſervations poſtérieures ont démontré que ce ſont des *Ellipſes*. (Fig. 4).

Mais le même arrangement ou le même ordre de choſes, qu'il avoit ſuppoſé dans des Cercles, reſte & ſubſiſte dans les Ellipſes qu'on leur a ſubſtituées.

## *SYSTÊME DE TYCHO-BRAHÉ.*

1311. EXPLICATION. Un noble Danois, une des grandes lumieres de l'Aſtronomie, *Tycho-Brahé*, fut alarmé, ainſi que bien d'autres ſages & ſavans Perſonnages, du Syſtême de Copernic, qu'il crut oppoſé à l'Ecriture ſainte, & par-là même à l'indéfectible Vérité.

Dans cette perſuaſion, il s'empreſſa de réformer l'ancien Syſtême de Ptolomée : en l'adaptant aux Découvertes que la moderne Aſtronomie avoit faites dans le Ciel ; telles entre autres que les Apogées & les Périgées, les Aphélies & les Périhélies, dont on n'avoit aucune connoiſſance ou dont on n'avoit que des connoiſſances fort imparfaites, au tems de Ptolomée. De cette Réforme, naquit vers la fin du ſeizieme ſiecle, un *nouveau Syſtême aſtronomique*, qui porte encore le nom de ſon Auteur, dans un tems où

il n'a plus de Partiſans. Voici, en peu de mots, ce ſyſtême. (*Fig.* 33).

I°. Après avoir abandonné la révoltante abſurdité des Cieux ſolides & tranſparens de Ptolomée : Tycho-Brahé place la *Terre au centre du Firmament.* Autour de la Terre en tout ſens immobile, tournent chaque jour la Lune, le Soleil, les Planetes & les Etoiles : en telle ſorte cependant que la Terre n'eſt le *vrai Centre*, que du mouvement des Etoiles ; qui ſeules ſont toujours à égale diſtance du centre de la Terre, ſans jamais s'en approcher ou s'en éloigner.

II°. La Terre, immobile au centre du Firmament, n'a proprement que *deux Planetes*, ou deux Aſtres errants, qui faſſent leur révolution autour d'elle ; ſavoir, les deux grands Luminaires céleſtes, le Soleil & la Lune.

Ces deux Aſtres font leur révolution diurne & annuelle autour de la Terre, dans des circonférences de *Cercles excentriques* ; ou dont le centre eſt à une diſtance déterminée, au-delà & à côté de la Terre. Delà, les Apogées & les Périgées de la Lune & du Soleil.

III°. Tandis que la Terre eſt le *Centre excentrique* du Mouvement de la Lune & du Soleil : le Soleil eſt à ſon tour le Centre excentrique du mouvement de Mercure, de Vénus, de Mars, de Jupiter, de Saturne ; qui ſont comme cinq Satellites du Soleil, lequel les entraîne perſévéramment après lui dans ſa *double Révolution*, diurne & annuelle.

L'orbite de Mercure & l'orbite de Vénus, embraſſent uniquement le Soleil ; ſans embraſſer la Terre. Les orbites de Mars, de Jupiter, de Saturne, embraſſent à la fois & le Soleil & la Terre : mais le *centre de ces trois Orbites*, eſt plus ou moins près du Soleil, & fort loin de la Terre.

La Révolution diurne & annuelle du Soleil, déplace

ſans ceſſe ces cinq Planetes : qui participent néceſſairement à tous les mouvemens de leur Centre mobile & errant avec le Soleil, autour de la Terre.

IV°. Sans admettre les Epicycles ſolides de Ptolomée : Tycho-Brahé fait mouvoir les cinq Planetes qui ont le Soleil pour *Centre excentrique* de leurs Révolutions ; comme ſi elles étoient réellement portées ſur des Epicycles, dont le centre fût adhérent à la circonférence d'un *Cercle vecteur ou déférent*, qui eſt leur Orbite même : cercle dont le centre auroit les mêmes mouvemens que le Soleil ; & dont la circonférence auroit un mouvement propre d'occident en orient.

Par exemple, ſelon Tycho-Brahé, Mars eſt fixé à la circonférence de ſon Epicycle M ; & le centre de cet Epicycle, eſt toujours ſur un point du même cercle déférent MVRM. Mais le centre de cet Epicycle, a un mouvement d'occident en orient, dans la direction MVRM. Ainſi, outre le mouvement diurne & annuel du Soleil, qui entraîne toujours & partout avec lui le centre de tous les Cercles déférens ; Mars ſe trouve avoir un mouvement propre d'occident en orient, dans la direction épicycloïdale *abcdbn*. Saturne ſe meut de même, par ſon mouvement propre & épicycloïdal, dans la direction *efgh*, & ainſi du reſte de la Courbe, d'occident en orient, ſur la circonférence du Cercle déférent.

Delà, ſelon Tycho-Brahé, les Stations, les Rétrogradations, & en partie les Apogées & les Périgées des Planetes. Mars eſt direct, quand il parcourt l'arc *abc* de ſon Epicycle mobile : il eſt rétrograde, quand il parcourt contre l'ordre des Signes, l'autre partie *cd* du même épicycle : il eſt ſtationnaire, quand le centre de ſon épicycle avance autant ſelon la ſuite des Signes, qu'il recule lui-même contre la ſuite des Signes dans la circonférence de ſon épicycle.

V°. Quoique le *Cercle vecteur de Mars*, paroisse couper en R le Cercle vecteur du Soleil : il ne s'ensuit pas delà, que Mars doive ou puisse jamais être placé entre la Terre & le Soleil, & se trouver à portée d'éclipser le Soleil : parce que quand le Soleil sera en R, le centre du Cercle vecteur ou déférent de Mars, aura passé de S en R ; & placera Mars toujours considérablement au-delà du Soleil.

Ainsi ceux qui font cette Objection contre le systême de Tycho-Brahé, n'ont point saisi l'idée de ce célebre Astronome.

VI°. Tel est le fameux Systême qu'entreprit d'opposer au *vrai systême du Monde*, un génie également sublime & religieux ; mais qui immola peut-être un peu trop légérement la Physique & l'Astronomie, aux vaines alarmes d'une Religiosité mal entendue.

Quelque défectueuse que soit son idée : il faut cependant reconnoître que l'Esprit humain ne sauroit rien imaginer de plus ingénieux ou de moins déraisonnable, dans l'hypothese de la Terre immobile.

1311. II°. REMARQUE. Le *systême de Ptolomée*, est si absurde, si contraire aux observations astronomiques, si opposé à toute la saine Physique ; qu'il n'est & ne peut être aujourd'hui adopté par personne.

Le systême de Tycho-Brahé, est-il plus philosophique, plus satisfaisant, plus admissible ? Non, sans doute. Car quelle bizarrerie, que ce *double Centre excentrique de mouvement*, dans le Monde planétaire ! Quelle absurdité, que ces *Révolutions épicycloïdales* des Planetes : révolutions auxquelles on ne peut assigner aucune Cause physique ; révolutions diamétralement opposées à toute théorie du Mouvement ! Quelle chimere, que ces *Révolutions diurne & annuelle de tout le Ciel*, autour d'un Point de l'Univers : révolutions dont la vîtesse est inconcevable & révol-

tante (1164); révolutions qui heurtent directement toutes les Loix de la Phyſique, toutes les Loix du Mouvement; révolutions antipathiques & inconciliables entre elles, renfermant un mouvement ſimultané d'orient en occident, d'occident en orient, du midi au nord, du nord au midi: ſans que l'on puiſſe aſſigner aucune Cauſe phyſique, qui puiſſe donner lieu à cette diverſité de Mouvemens oppoſés!

D'où il réſulte évidemment, ou que le vrai ſyſtême du Monde reſte encore à connoître; ou que ce vrai ſyſtême du Monde, eſt le ſyſtême de Copernic.

PREMIERE PROPOSITION FONDAMENTALE.

1312. *Si on transforme le Mouvement circulaire, en Mouvement elliptique: le ſyſtême de Copernic, cadre parfaitement avec tous les Phénomenes aſtronomiques.*

DÉMONSTRATION. Il eſt évident qu'une hypotheſe qui ſeule cadre avec tous les Phénomenes que nous préſente la Nature dans le Ciel, eſt l'*hypotheſe même de la Nature*, ou le vrai Syſtême du Monde. Or telle eſt l'hypotheſe, tel eſt le ſyſtême de Copernic.

Pour établir & pour démontrer cette premiere Propoſition fondamentale; il ne s'agit ici, comme on le voit & comme on le ſent aiſément, que de donner une *Explication ſatisfaiſante des divers Phénomenes céleſtes*: explication ſi ſimple & ſi naturelle dans le ſyſtême de Copernic; ſi abſurde & ſi révoltante dans tout autre Syſtême.

PREMIER PHÉNOMENE.

1313. *Le Mouvement diurne de tout le Ciel; ou la viciſſitude périodique du Jour & de la Nuit.* (Fig. 10).

EXPLICATION. Pour que ce grand Phénomene ait lieu, il faut néceſſairement; ou que dans l'eſpace de vingt-quatre heures, tous les Corps céleſtes faſſent

une révolution entiere, d'occident en orient, autour de la Terre immobile ; ou que dans le même tems, tous les Corps céleſtes étant regardés comme immobiles, la Terre faſſe une ſimple révolution ſur elle-même, d'occident en orient, autour de ſon Axe toujours confondu avec l'axe du Monde. Il eſt clair que dans l'une & dans l'autre Suppoſition, les *apparences de Mouvement*, dans les Corps céleſtes, ſeront parfaitement les mêmes. (932).

I°. Dans le ſyſtême de la *Terre immobile* ; ce Phénomene exige dans tous les Corps céleſtes, & ſurtout dans les Etoiles, un Mouvement réel, dont la vîteſſe eſt plus qu'inconcevable ; dont l'uniformité & la préciſion ſont encore infiniment plus ſurprenantes & plus révoltantes. (1164).

Dans le ſyſtême de la *Terre mobile autour de ſon axe* ; ces Mouvemens, dont la rapidité révolte, dont la préciſion & l'uniformité paroiſſent tenir du miracle, ne ſont que de ſimples Apparences, de pures Illuſions optiques. Il n'y a d'autre Mouvement diurne, qui ſoit réel, que celui de la Terre autour de ſon Axe, d'occident en orient.

Pour rendre ſenſible l'explication de ce phénomene : ſoient le Soleil immobile en S ; une Etoile immobile en Y ; une planete conſidérée comme immobile pendant vingt-quatre heures en Z.

Que la Terre placée en P, dans le plan de l'Ecliptique PQRTP, faſſe une révolution ſur ſon axe DPF, dans la direction ABA, d'occident en orient. Comme une moitié de la ſurface terreſtre eſt toujours éclairée par le Soleil ; il eſt clair qu'*un homme placé en A*, tandis que la Terre fait une révolution ſur elle-même & ſur ſon axe, ſe trouvera ſucceſſivement :

*Au commencement du Diſque éclairé* ; & alors le Soleil S, la Planete Z, l'Etoile Y, ſeront dans ſon horiſon oriental, & paroîtront ſe lever pour lui ;

*Au milieu du Diſque éclairé ;* & alors les trois mêmes Corps céleſtes, quoiqu'immobiles, ſembleront avoir paſſé de l'orient à ſon Méridien :

*A l'extrémité du Diſque éclairé ;* & alors ces trois mêmes Corps, toujours immobiles, paroîtront avoir paſſé de ſon Méridien à ſon couchant :

*Au milieu du Diſque ombreux*, ou ténébreux, en A; & alors ces trois mêmes Corps, encore immobiles, ſeront réputés être vers ſon Nadir, pour reparoître ſix heures après, dans ſon horiſon. (932).

Donc le ſyſtême de Copernic rend raiſon, de la maniere la plus ſimple & la plus ſatisfaiſante, de la *Révolution diurne du Ciel :* Révolution inconcevable & révoltante dans le ſyſtême de la Terre immobile. (1164).

## SECOND PHÉNOMENE.

1314. *La viſſicitude périodique des Saiſons ; ou la Révolution annuelle & périodique du Soleil dans le Zodiaque.* (Fig. 2).

EXPLICATION I. Si la Terre eſt immobile en T : il eſt clair que le Soleil fait chaque jour une *Révolution ſpirale* autour de la Terre : avançant tantôt du midi au nord, tantôt du nord au midi, toujours ſelon l'ordre des Signes.

Ces Spires RSR, ABA, KNK, commencées au ſigne du Capricorne R, par exemple, paſſent ſucceſſivement par tous les degrés ſuivans de l'Ecliptique, du midi au nord, juſqu'au commencement du ſigne du Cancer N.

Là, le Soleil change de direction : ſans que l'on puiſſe ſoupçonner, ni pourquoi, ni comment. Il reprend ſes Spires journalieres, en un ſens oppoſé, du nord au midi, en paſſant ſur tous les degrés ſuivans de l'Ecliptique, depuis le Cancer juſqu'au commencement du Capricorne.

Là, il eſt de nouveau arrêté & répercuté du midi au nord, contre toutes les Loix du mouvement; en vertu deſquelles il devroit continuer à l'infini à ſe mouvoir, ou vers le pole boréal, ou vers le pole auſtal : ſelon la direction du mouvement qui le porte du Capricorne au Cancer, ou du Cancer au Capricorne.

Tout eſt abſurde & révoltant dans ces mouvemens, dans le Syſtême de la Terre immobile : tout eſt ſimple & naturel dans ces mêmes mouvemens, dans le ſyſtême de la Terre-Planete.

EXPLICATION II. Pour rendre ſenſible l'explication de ce grand Phénomene dans toutes ſes dépendances, (*Fig.* 10) ;

Soit P Q R T P, l'Ecliptique ; C S X, l'Equateur, ſur le Plan duquel tombe toujours perpendiculairement l'axe de la Terre prolongé. Que les circonférences de ces deux Cercles, de l'Ecliptique & de l'Equateur, s'entre-coupent en deux points P & R ; & que le plan de l'Eclitique décline au nord & au midi de l'Equateur ; en telle ſorte que les Arcs C E & M X, qui ſéparent ces deux Cercles, ſoient chacun d'environ vingt-trois degrés & demi. (1122).

Dans cette Hypotheſe ſi ſimple & ſi naturelle, que la Terre-Planete, en vertu de ſes deux Forces conſpirantes, de ſa Force projectile & de ſa Force centrale, faſſe ſa Révolution annuelle P Q R T P autour du Soleil S, d'occident en orient : ayant toujours ſon Axe prolongé *h h*, *m m*, *n n*, *o o*, *r r*, parallele à lui-même & perpendiculaire au plan de l'Equateur C S X. (1285).

Cet *Axe D F de la Terre*, indéfiniment prolongé dans le Ciel, décrira autour du Soleil & autour des Poles du Monde V V, un immenſe Cylindre dont le diametre ſera égal à la diſtance de la Terre au Soleil,

priſe deux fois. Il ſera facile, d'après ces idées & d'après ces images, qu'il faut bien ſaiſir & ne point perdre de vue, de rendre raiſon du grand Phénomene dont il eſt ici queſtion. (931).

I°. Quand la Terre eſt en P ſous la Balance C; le Soleil eſt vu en X dans le Bélier: on a le commencement du printems.

Que la Terre en P, placée dans l'interſection de l'écliptique & de l'équateur, & par là même dans le Plan de l'équateur, faſſe une révolution ſur ſon Axe DPF*hh*. L'Axe SPC du Cône lumineux qui l'éclaire, ſera perpendiculaire à l'axe DPE. Les deux Poles terreſtres D & F ſeront atteints par le Cône lumineux DSF: tous les points de la ſurface terreſtre, ſeront ſucceſſivement éclairés, ſeront expoſés pendant douze heures à la lumiere du Soleil, & privés pendant douze heures de cette même lumiere. Les Jours ſeront égaux aux Nuits dans toute la Terre.

II°. Quand la Terre ſera en Q ſous le Capricorne E; le Soleil ſera vu en M ſous le Cancer: on aura en ADB, le commencement de l'été.

Dans cette poſition de la Terre, l'axe SQE du Cône lumineux qui l'éclaire, eſt oblique à l'Axe terreſtre DF *m m*. Le Pole boréal D eſt toujours dans la lumiere; & le Pole méridional F, toujours dans les ténébres.

Que la Terre, dans cette poſition, faſſe une révolution ſur ſon axe AF*mm* toujours perpendiculaire à l'équateur CXC. Tout le Cercle polaire boréal KHK ſera ſans ceſſe expoſé aux rayons du Soleil: tout le Cercle polaire méridional NGN ſera continuellement enſeveli dans les ténébres, ou privé des rayons du Soleil. Toutes les Contrées comprifes entre le Cercle polaire boréal & l'Equateur terreſtre ABA, auront l'*Arc diurne*, plus grand que l'arc nocturne, ou plus de jour que de nuit. Toutes les Régions placées entre

le Cercle polaire auſtral & le même Equateur terreſtre, auront l'Arc diurne plus petit que l'arc nocturne, ou plus de nuit que de jour. (1139).

III°. Quand la Terre, allant toujours dans l'Ecliptique d'occident en orient, & conſervant toujours *ſon Axe*, que rien n'infléchit & ne peut infléchir, paralelle à lui-même, ſera arrivée en R ſous le Bélier ♈, dans l'autre interſection R de l'écliptique & de l'équateur; le Soleil ſera vu en C, dans la Balance: on aura le commencement de l'automne.

L'axe du Cône lumineux DSF qui éclaire la Terre dans cette poſition, eſt encore perpendiculaire à l'axe terreſtre DF*nn*; & produit les mêmes phénomenes qu'au printems.

IV° Quand la Terre parviendra en T ſous le Cancer ♋; le Soleil ſera vu en E dans le Capricorne ♑: on aura en ADB, le commencement de l'hiver.

Là, les Rayons ſolaires tombent tous obliquement ſur l'Axe DF*oo*, autour duquel ſe fait ſa révolution diurne; atteignent toujours le Pole auſtral F, & jamais le Pole boréal D.

Que la Terre, dans cette poſition, faſſe une révolution ſur ſon Axe DF*oo*. Le Cercle polaire auſtral GNG ſera tout entier dans le Cône lumineux KSN: le Cercle polaire boréal KHK, tout entier dans les ténébres. Les *Arcs diurnes* ſeront plus petits dans les Zones tempérée & torride boréales; plus grands dans les Zones torride & tempérée auſtrales, que les Arcs nocturnes.

### *L'HIVER, L'ÉTÉ, LE PRINTEMS, L'AUTOMNE; PRINTEMS PERPÉTUEL.*

1315. EXPLICATION. La différente longueur des Jours, la différente hauteur où le Soleil s'éleve ſur l'horiſon, donnent ſucceſſivement aux diverſes Contrées de la Terre, une inégalité de Température, une

*diverſité de Saiſons*, que nous allons examiner ici relativement au Point terreſtre *x*, qui ſera ſi l'on veut, Paris ou Rome. (*Fig.* 10).

I°. Quand la Terre eſt en T, ſous le Tropique boréal M : le Soleil eſt vu en E, dans le Tropique oppoſé au Pole viſible.

Dans cette poſition de la Terre, le Soleil s'éleve peu ſur l'horiſon du Point *x*; & il y demeure peu de tems. La *chaleur de ſes Rayons*, doit donc s'y faire peu ſentir : tant parce qu'ils frappent très-obliquement les Contrées placées ſur cet horiſon; que parce qu'ils n'ont pas le tems d'échauffer vivement la maſſe de l'Air répandue ſur ces Contrées. Delà, l'*Hiver*, dans ces Contrées. (1063).

II°. Quand au contraire la Terre étant en Q, le Soleil eſt vu en M, dans le Tropique du Pole viſible, ou dans le Tropique du Cancer : il s'éleve à ſa plus grande hauteur ſur l'horiſon des Contrées placées en *x* : il darde *ſes Rayons*, ou perpendiculairement, ou beaucoup moins obliquement ſur elles; il échauffe, & plus long-tems & plus puiſſamment la maſſe de l'Air qui les couvre & les enveloppe. Delà l'*Eté*, dans ces Contrées. (976).

III°. Quand le Soleil ſe trouve dans les Points équinoxiaux C & X : ces *deux Cauſes*, la quantité de ſon élévation & la durée de ſon apparition ſur l'horiſon, ſont dans un état moyen. Delà, les deux ſaiſons du *Printems* & de l'*Automne*.

Le commencement de la premiere, eſt plus froid que le commencement de la ſeconde : parce qu'*au Printems*, l'action des Rayons ſolaires, eſt contrariée par l'intenſité du Froid que l'hiver a ſucceſſivement accumulé & concentré ſur les Plages terreſtres, & qui ne peut pas être ſubitement & tout à coup diſſipé; & qu'*en Automne*, l'action des Rayons ſolaires, eſt favoriſée par l'intenſité de la Chaleur dont

les mêmes Plages terreſtres ont été ſucceſſivement imprégnées pendant l'été, & qui ne ſe diſſipe qu'inſenſiblement & peu à peu.

IV°. Pour que la Terre eût un *Printems perpétuel*, que faudroit-il ? Il faudroit ſimplement l'une de ces deux choſes :

Ou que la Terre, au lieu de faire ſa révolution annuelle autour de l'Ecliptique PQRTP, fît cette même Révolution dans le Plan de l'Equateur CSXC, en conſervant toujours la même direction dans ſon axe DF :

Ou que la Terre, en faiſant ſa Révolution annuelle dans l'Ecliptique, eût ſon axe autrement poſé & dirigé par rapport au plan de l'Ecliptique ; en telle ſorte que cet *Axe terreſtre DF*, au lieu d'être incliné, devînt perſévéramment perpendiculaire au Plan QST de l'Ecliptique : ce qui confondroit alors ce Plan avec celui de l'Equateur ; ou ce qui rendroit paralleles entre eux, ces deux Plans & leurs deux Axes.

## TROISIEME PHÉNOMENE.

1316. *Les Stations, les Directions, les Rétrogradations des Planetes.*

OBSERVATION. Il eſt démontré par les Obſervations aſtronomiques, que toutes les Planetes, ſupérieures & inférieures, paroiſſent dans leur Orbite, tantôt avancer d'occident en orient ſelon l'ordre des Signes, plus ou moins que n'exige leur tems périodique ; tantôt reculer d'orient en occident avec plus ou moins de vîteſſe, contre l'ordre des Signes & contre l'exigence de leur mouvement propre qui eſt d'occident en orient ; tantôt s'arrêter fixement, pendant un tems plus ou moins long, dans un même Point variable de leur Orbite, contre l'exigence de toutes les Loix de la Nature & du Mouvement. (1183).

rieures, ſoit toujours réellement direct & ſelon la ſuite des Signes : *ce Mouvement doit paroître rétrograde, quand ces Planetes ſont vers leur Oppoſition.*

II°. Que la Terre paſſe de *b* en *c* ; tandis que Mars plus tardif paſſe de *n* en *o* : Mars paroîtra *ſtationaire.*

Quand la Terre étoit en *b*, Mars étoit vu en X : quand la Terre ſe trouve en *c* & Mars en *o*, Mars eſt encore vu en X. Il paroît donc n'avoir ni avancé ni reculé : quoiqu'il ait réellement parcouru d'un mouvement direct, l'Arc *no.*

Donc, quoique les Planetes ſupérieures aient toujours un Mouvement direct ſelon l'ordre des Signes : *elles doivent paroître ſuſpendre ce Mouvement direct, ou être ſtationaires, quelque tems après leurs Rétrogradations.*

III°. Dans une autre poſition de choſes, ſoit la Terre en *c*, & Mars apogée en *s* : Mars ſera vu en H.

Que la Terre paſſe de *c* en *d*. Si Mars reſtoit immobile en *s* : la Terre étant en *d*, Mars *s* ſeroit vu en *h* ; & paroîtroit avoir parcouru d'un mouvement direct, l'arc H*h*.

Mais comme Mars, pendant ce tems, ſe porte de *s* en *t* ; il ſera vu en I, & paroîtra avoir parcouru ſelon l'orde des Signes, tout l'Arc HI : arc beaucoup plus grand que celui qui répond à ſon mouvement réel.

Donc, quoique les Planetes ſupérieures ſe meuvent toujours ſelon l'ordre des Signes avec une viteſſe réguliere qui croît & décroît en raiſon inverſe des diſtances ou des rayons vecteurs dans chaque Planete en particulier (1281) : *cette Viteſſe réguliere & directe doit paroître plus grande qu'elle ne l'eſt en effet, quand ces Planetes ſont apogées & en conjonction avec le Soleil.*

Telles ſont leurs *Directions*, du moins pendant un

certain tems; après lequel leur vîteſſe apparente devient moindre que leur vîteſſe réell e

IV°. La Terre ſe trouvant en *f*, & Mars en *v*: celui-ci ſera vu en X.

Que la Terre paſſe en *a*, tandis que Mars plus tardif ne va qu'en *x*; Mars ſera encore vu en X, & paroîtra *ſtationaire*.

Donc, quoique les Planetes ſupérieures aient toujours un mouvement direct ſelon la ſuite des Signes; *elles doivent paroître ſtationaires, quelque tems avant leurs Oppoſitions & leurs Rétrogradations.*

V°. L'Arc de rétrogradation, eſt plus petit pour les Planetes plus éloignées, plus grand pour les planetes plus voiſines de la Terre: ce qui eſt encore une ſuite & des Loix de l'Optique & de la théorie des Mouvemens céleſtes.

Car ſoit la Terre en *d*, Mars en *p*, Jupiter en *i*: Mars & Jupiter ſeront vus en Z.

Que la Terre paſſe de *d* en *e*; tandis que Mars plus tardif paſſe de *p* en *r*; tandis que Jupiter encore plus tardif paſſe de *i* en *k*: Mars paroîtra avoir rétrogradé de Z en Y; Jupiter de Z en V.

Donc, quoique toutes les Planetes ſupérieures rétrogradent dans leur Oppoſition avec le Soleil: *l'Arc de rétrogradation, doit être plus grand dans les Planetes moins éloignées de la Terre.*

### *STATIONS ET RÉTROGRADATIONS DES PLANETES INFÉRIEURES.*

1318. EXPLICATION. Que la Terre & une *Planete inférieure*, Vénus ou Mercure, livrées à leur Force projectile & centrale, faſſent chacune leurs révolutions périodiques autour du Soleil! Tandis que la Terre fera une révolution, Mercure en fera environ quatre, Vénus environ une & demie (1179). Ces deux Planetes doivent donc, tantôt ſuivre, tantôt

atteindre, tantôt devancer & précéder la Terre qui va moins vîte qu'elle. (*Fig.* 36).

Pour donner ſur cet objet, des idées générales qui puiſſent convenir à toutes les poſitions poſſibles: ſuivons à l'infini la marche d'une Planete inférieure, de Mercure, par exemple. Soit la Terre en A, & Mercure dans ſa Conjonction inférieure en *a*.

Comme Mercure fait environ quatre révolutions, pendant que la Terre en fait une ſeule: diviſons l'*Orbite de Mercure*, en huit parties égales; & celle de la Terre en quatre fois huit parties égales: Mercure parcourra toute ſon Orbite, pendant que la Terre parcourra l'Arc AB de la ſienne. L'une & l'autre Planete a ſon Mouvement réel ſelon l'ordre des Signes, dans la direction 1, 2, 3, 4, 5.

I°. La Terre étant en A & Mercure en *a*: Mercure ſera vu en M. (912).

Que Mercure paſſe de 1 en 2 dans ſon orbite, tandis que la Terre plus tardive paſſe auſſi de 1 en 2 dans ſon orbite: Mercure ſera vu en V.

*Il paroîtra avoir rétrogradé contre l'ordre des Signes*, de la grandeur de l'arc MV: quoiqu'il ſe ſoit réellement mu ſans ceſſe, ſelon l'ordre des Signes.

II°. Que Mercure paſſe de 2 en 3 dans ſon orbite, tandis que la Terre paſſe de 2 en 3 dans la ſienne: Mercure ſera encore vu en V dans le Ciel.

*Il paroîtra ſtationaire*, ou immobile: quoiqu'il ait réellement avancé perſévéramment de 2 en 3, ſelon l'ordre & la ſuite des Signes.

III°. Que Mercure paſſe en 4; & la Terre en 4: Mercure eſt vu en M; il redevient direct.

Quand Mercure & la Terre, dans leurs orbites reſpectives, ſont en 5, en 6, en 7, en 8, en 1: Mercure eſt vu ſucceſſivement direct, ou allant ſelon l'ordre des Signes, en N, en O, en P, en Q, en R.

La Terre & Mercure étant en 6, par exemple:

*Mercure eſt dans ſa Conjonction ſupérieure vers le point O ; & là il eſt direct* ; comme nous l'apprennent les Obſervations. (1316).

IV°. Pendant que la Terre parcourt le ſecond quart de ſon orbite, ou l'arc BC ; Mercure fait une nouvelle révolution entiere dans la ſienne.

Tandis que la Terre paſſe de B en 2, Mercure paſſe de *a* en 2 ; & il eſt vu en S, toujours direct. Mercure devient ſtationaire vers le point 3.

V°. Mercure devient rétrograde entre les Points 3 & 4, un peu avant ſa Conjonction inférieure. Par exemple, quand la Terre ſera en 4 & Mercure en 4 ; celui-ci ſera vu en *q*, & paroîtra avoir rétrogradé de tout l'arc S*q*.

Il rétrogradera encore juſque vers *p*, en allant de 4 en 5 : après quoi il redeviendra ſtationaire, & enſuite direct, comme nous l'avons d'abord expliqué ; & ainſi de ſuite à l'infini.

VI°. On pourra appliquer la même théorie aux Stations & aux Rétrogradations de Vénus, en diviſant l'orbite de Vénus en 12 parties, & celle de la Terre en 18 environ.

On aura ainſi les phénomenes des Stations & des Rétrogradations de ces deux Planetes, telles que les donnent les Obſervations aſtronomiques.

Le Phénomene que nous venons d'expliquer, eſt comme la *Pierre de touche des Syſtêmes du Monde* : il démontre la réalité de celui de Copernic, & la chimere de celui de Tycho-Brahé.

## QUATRIEME PHÉNOMÈNE.

1319. *Les Apogées & les Périgées ; les Aphélies & les Périhélies ; les différentes Phaſes ſucceſſives des Planetes & des Cometes.* (Fig. 4).

EXPLICATION. Comme les Planetes & les Come-

tes, ainſi que la Terre, font leurs Révolutions périodiques dans des Ellipſes plus ou moins excentriques autour du Soleil, centre commun de leur Gravitation, dans le Vide ou dans un Milieu nullement réſiſtant: il eſt clair que ces différens Corps, mus avec des vîteſſes inégales, doivent tour à tour s'approcher & s'éloigner du Soleil, s'approcher & s'éloigner de la Terre.

Soit le Soleil immobile en F, autour duquel ſe faſſent toutes les révolutions elliptiques des Cometes & des Planetes principales. Le Soleil F ſera hors des centres C des différentes Orbites elliptiques des Planetes & des Cometes. (*Fig.* 4).

I°. En regardant toutes ces Orbites comme des Ellipſes dont le Soleil occupe le Foyer commun F: la Terre eſt périhélie en T, aphélie en D. Saturne eſt périhélie en S, aphélie en Z. Mercure eſt périhélie en *a*, aphélie en *m*; & ainſi du reſte.

II°. Quand la Terre eſt en T: que Saturne ſe trouve en S, Jupiter en I, Mercure en *m*, Mars vers M.

Saturne ſera périgée; Jupiter & Mercure, apogées; Mars, vers une de ſes Quadratures; & ainſi du reſte.

III°. Les Planetes & les Cometes étant des aſtres opaques, & n'ayant, ainſi que la Terre, d'autre lumiere que celle qu'elles empruntent du Soleil: il eſt clair qu'elles ne ſont lumineuſes ou plutôt illuminées, que dans la partie de leur ſurface qui regarde cet Aſtre; & que cette partie éclairée, qui n'excede guere la moitié de leur ſurface (903), & qui ſeule peut être apperçue par un Habitant de la Terre, ſe trouve tantôt plus & tantôt moins éloignée de la Terre, tantôt plus & tantôt moins expoſée à l'œil de l'Obſervateur. Par exemple, ſoit la Terre au point *t* de ſon Orbite.

Mars périgée en M, paroît fort grand & fort lumineux : parce que ſon *Diſque éclairé* eſt dirigé tout entier vers la Terre placée en *t*.

Mars apogée en N, paroît moins grand & moins lumineux : parce que quoiqu'alors ſon Diſque éclairé ſoit encore dirigé tout entier vers la Terre que nous ſuppoſons encore placée en *t* ; ſa lumiere s'affoiblit dans l'éloignement, & le montre ſous un moindre Angle optique. (918).

Mars en quadrature paroît en forme de croiſſant : parce qu'alors ſon *Diſque éclairé M* eſt en partie viſible & en partie inviſible à l'Obſervateur terreſtre T ; à peu près comme celui de la Lune en quadrature.

De même, la Terre étant ſuppoſée en A : Vénus apogée en V, eſt dans ſon plus grand éclat ; Vénus périgée en X, n'a plus ou preſque plus de lumiere : parce que dans le premier cas, tout ſon *Diſque eclairé V* eſt expoſé à l'œil de l'Obſervateur A ; & que dans le ſecond cas, ſon Diſque éclairé X eſt dirigé à l'oppoſite du même Obſervateur.

## CINQUIEME PHÉNOMENE.

1320. *Les Solſtices, ou les Stations du Soleil, dans les deux Tropiques.*

EXPLICATION. Le *phénomene des Solſtices*, conſiſte en ce que le Soleil, deux fois par an, dans ſa Révolution réelle ou apparente autour de l'Ecliptique, ceſſe pendant quelques jours de s'éloigner ou de s'approcher ſenſiblement de l'Equateur. Nous avons fait voir comment ce phénomene doit arriver, dans l'hypotheſe où le Soleil parcourt réellement l'Ecliptique. (1171).

Le même phénomene aura lieu dans l'hypotheſe du Soleil immobile au centre du Monde planétaire : puiſqu'alors la Terre parcourra préciſément la même

Courbe que l'on attribuoit au Soleil ; & que ſelon les Loix de l'Optique, le Soleil ſera toujours vu à l'oppoſite dans cette Courbe, s'éloignant ou s'approchant de l'Equateur, préciſément comme la Terre s'en approche ou s'en éloigne. (*Fig.* 10).

Or, la Terre-Planete, en parcourant l'Ecliptique, dont le Plan coupe l'Equateur ſous un Angle MSX d'environ vingt-trois degrés & demi, s'éloigne & s'approche alternativement de l'Equateur : de telle ſorte cependant qu'il y a *deux petits Arcs* dans ſa Courbe, les deux arcs les plus éloignés de l'Equateur vers le nord & vers le midi, où ſon mouvement eſt ſenſiblement parallele à l'Equateur. (1170)

I°. Quand la Terre paſſe de R en T, du midi au nord, elle s'éloigne de l'équateur vers le nord, d'une quantité XM ; & le Soleil, toujours vu à l'oppoſite du point où ſe trouve la Terre, paroît s'éloigner de l'équateur d'une égale quantité CE vers le pole auſtral.

Quand la Terre eſt en T, à près de 90 degrés du Point équinoxial du printems R : l'arc qu'elle parcourt dans ſa Courbe, eſt ſenſiblement parallele à l'arc correſpondant de l'équateur. (1170).

Le Soleil, vu en E, à l'oppoſite du point T, paroîtra donc de même, ne s'approcher, ni ne s'éloigner de l'équateur, & il ſera ſtationnaire à cet égard.

II°. Quand, ſix mois après, la Terre ſera en Q, à près de 90 degrés du Point équinoxial de l'automne P : l'arc qu'elle parcourra dans ſa Courbe, ſera encore ſenſiblement parallele à l'arc correſpondant de l'Equateur.

La Terre, en parcourant cet arc, ne s'approche & ne s'éloigne point ſenſiblement de l'Equateur ; & le Soleil, vu en M, paroîtra de même avancer ſelon l'ordre des Signes, ſans s'approcher & ſans s'éloi-

gner ſenſiblement de l'Equateur pendant quelques jours.

Delà, le *Phénomene des Solſtices* : phénomene ſi abſurde & ſi révoltant dans l'hypotheſe de la Terre immobile; phénomene ſi ſimple & ſi naturel dans l'hypotheſe de la Terre-Planete, où il n'exige, pour avoir lieu périodiquement, que la continuation du Mouvement projectile & du Mouvement central de la Terre autour du Soleil immobile, dans le Vide ou dans un Milieu qui n'oppoſe pas plus de réſiſtance que le Vide à ce double Mouvement. (1285 & 1314).

### SIXIEME PHÉNOMENE.

1321. *Le ſéjour du Soleil dans les Signes ſeptentrionaux, plus longs d'environ huit jours, que dans les Signes méridionaux.* (Fig. 4).

EXPLICATION. Soit ATBDA, la Courbe ou l'Orbite que décrit le centre de la Terre; dans ſa révolution annuelle autour du Soleil placé hors du centre C, & dans un des Foyers F de cette Orbite elliptique.

I°. Pendant que la Terre-Planete parcourt l'*Arc ſeptentrional ATB* de ſa Courbe; le Soleil F, toujours à l'oppoſite du point où ſe trouve la Terre dans ſon orbite, eſt vu ſucceſſivement dans les différens Signes méridionaux; & pendant que la Terre parcourt l'*Arc méridional BDA* de ſa Courbe, le Soleil F eſt vu de même ſucceſſivement dans les différens Signes ſeptentrionaux.

II°. Il eſt démontré par les Obſervations aſtronomiques, où il réſulte évidemment de ces Obſervations, que l'Orbite elliptique ATBDA de la Terre, a ſon *grand Axe dirigé du nord au midi*; & que le Soleil occupe le Foyer boréal F de cette Ellipſe. La Terre eſt donc périhélie en T, & aphélie en D. (1224).

III°. Deux raiſons doivent concourir à faire paroître le Soleil plus long-tems dans les Signes ſeptentrionaux, que dans les Signes méridionaux.

La *premiere*, c'eſt que l'arc ATB, qui eſt la partie de l'Ecliptique placée en-deçà de l'équateur ſous les Signes ſeptentrionaux, eſt plus petit que l'arc BDA; qui eſt la partie de l'Ecliptique, placée en-delà de l'équateur ſous les Signes méridionaux.

La *ſeconde*, c'eſt que la viteſſe de la Terre dans l'arc BDA, qu'elle parcourt depuis l'équinoxe du printems juſqu'à l'équinoxe d'automne, tems pendant lequel le Soleil eſt vu dans les différens ſignes Septentrionaux, eſt moindre que dans l'arc ATB qu'elle parcourt depuis l'équinoxe d'automne juſqu'à l'équinoxe du printems: les *Viteſſes abſolues* d'une Planete quelconque, dans les différens points de ſon Orbite, étant toujours & par-tout en raiſon inverſe de ſes Rayons vecteurs. (1281).

Ainſi, en deux mots, le Soleil paroît plus long-tems dans les Signes ſeptentrionaux: parce que la *partie auſtrale BDA de l'Orbite terreſtre*, eſt un peu plus grande que la partie boréale ATB; & que la Viteſſe réelle de la Terre, eſt un peu plus petite dans la partie BDA, que dans la partie ATB.

## SEPTIEME PHÉNOMENE.

1322. *D'inégal décroiſſement des Jours & des Nuits, en-deçà & en-delà de l'Equateur.*

EXPLICATION. En-deçà de l'Equateur, en France, par exemple, les Jours vont en croiſſant, depuis le Solſtice d'hiver juſqu'au Solſtice d'été: ils vont enſuite en décroiſſant depuis le ſolſtice d'été, juſqu'au ſolſtice d'hiver. Mais cette augmentation ou cette diminution des jours & des nuits, n'eſt pas égale & uniforme, d'un jour à l'autre. (*Fig.* 10).

I°. En général, entre l'Equateur ABA & les Cercles polaires KHK & GNG, les jours ſont d'autant plus longs que les nuits; que le Soleil paroît faire ſa révolution diurne, plus loin de l'Equateur céleſte CSX, du côté du Pole viſible.

Si chaque jour, en parcourant une portion de ſon Orbite elliptique, la Terre s'approchoit ou s'éloignoit de l'Equateur céleſte, en XM ou en CE, d'une égale quantité, par exemple, d'un dixieme de degré: le Soleil paroîtroit s'approcher ou s'éloigner de l'équateur céleſte CSX, de la même quantité; & l'augmentation des jours ou des nuits, ſeroit uniforme d'un jour à l'autre.

II°. Mais deux Cauſes phyſiques s'oppoſent à cette uniformité de digreſſion & de rapprochement.

La *premiere*, c'eſt que la viteſſe de la Terre dans ſon Orbite, n'eſt point toujours égale. Elle diminue depuis le périhélie T en hiver, juſqu'à l'aphélie Q en été: elle augmente enſuite dans une proportion correſpondante, depuis l'aphélie Q en été, juſqu'au périhélie T en hiver. (1224 & 1281).

La Terre parcourt donc, d'un jour à l'autre, un *arc de ſon Orbite*, tantôt plus & tantôt moins grand; un arc qui l'éloigne ou l'approche tantôt plus & tantôt moins de l'équateur CSX.

La *ſeconde*, c'eſt que la viteſſe de la Terre, ſur les différens points de ſon Orbite, n'a pas toujours la même direction relativement à l'Equateur CSX. Par exemple, vers les Solſtices, cette viteſſe de la Terre, eſt ſenſiblement parallele à l'Equateur: au lieu que vers les Equinoxes elle eſt oblique à l'Equateur & propre à l'éloigner notablement de l'Equateur, d'un jour à l'autre. (1170).

## HUITIÉME PHÉNOMENE.

1323. *Le retour des Etoiles au Méridien, plus prompt que celui du Soleil.* (Fig. 42).

EXPLICATION. Soit ABCDEA, l'Orbite de la Terre ſous les douze Signes du Zodiaque, à environ trente-quatre millions de lieues du Soleil, & à une immenſe diſtance des douze ſignes du Zodiaque & du reſte des Etoiles. Que l'on conçoive l'*Axe de la Terre*, autour duquel elle fait ſes révolutions diurnes, comme enfilant obliquement le plan de cette Orbite terreſtre, ſous un angle toujours égal de ſoixante-ſix degrés & trente-deux minutes. Cet Axe reſtera toujours parallele à lui-même, du moins ſenſiblement, pendant une révolution de la Terre autour du Soleil.

Soit enſuite un Obſervateur placé en *n* ſur la ſurface de la Terre. La Ligne A*n*, B*n*, C*n*, D*n*, E*n*, repréſentera le Méridien de cet Obſervateur.

I°. Que la Terre en A, faſſe une révolution ſur elle-même, d'occident en orient, dans la direction *mnom*, autour de ſon Axe ſaillant en A, de part & d'autre hors du plan de l'Ecliptique. Le Méridien A*n* indéfiniment prolongé atteindra conjointement & au même inſtant, le Soleil S & l'Etoile Z.

Si la Terre faiſoit toujours ſes révolutions diurnes au point A, ſans avancer dans l'Ecliptique : le Soleil S & l'Etoile Z ſe trouveroient toujours enſemble dans le Méridien A*n* de l'Obſervateur placé & fixé en *n*.

II°. Mais, tandis que la Terre fait une ſeconde révolution diurne autour de ſon Axe, elle avance de A en B dans l'Ecliptique, ſelon la ſuite des Signes. Au bout d'une révolution entiere de la Terre ſur ſon axe : le Méridien B*n* de l'Obſervateur, parallele au méridien A*n*, atteint l'Etoile Z, qui ſe montre indifféremment au point Z ou au point *z* : l'eſpace *z*Z, égal à l'eſpace AB que parcourt la Terre en un jour, étant nul à l'infinie diſtance des Etoiles.

Ce même Méridien B*n*, qui atteint déjà l'Etoile Z, n'atteint pas encore le Soleil S immobile comme l'é-

toile. Pour atteindre le Soleil S : il faudra que le Méridien B*n* parcoure encore l'arc *n x* ; & alors le Soleil ſera vu en V ; & l'étoile Z paroîtra devancer le Soleil vers l'occident, de toute la quantité ou de tout l'*Arc VZ*, qui eſt d'environ un degré par jour.

On voit déjà ici que la *longueur du Jour naturel & civil*, eſt un peu plus grande que la durée d'une révolution de la Terre ſur ſon axe. La durée du Jour naturel & civil, eſt de vingt-quatre heures : la durée de la révolution de la Terre ſur ſon axe, eſt de 23 heures 56 minutes & 4 ſecondes.

III°. Que la Terre, en paſſant de A en C, ait fait quatre-vingt-dix révolutions ſur ſon axe. Au bout de la derniere révolution, le Méridien C*n* de l'Obſervateur, atteindra l'étoile Z qui, à une diſtance comme infinie, paroît toujours ſenſiblement au même point du Ciel : l'eſpace ζζZ, égal à l'eſpace CS, étant nul dans une infinie diſtance.

Mais ce même Méridien C*n*, pour atteindre le Soleil S, ſera obligé de parcourir encore l'arc *n x*, ou de faire encore le quart d'une révolution ; & alors le Soleil S ſera vu en X à midi ; & l'Etoile Z ſera vue au couchant, ou à quatre-vingt-dix degrés du Méridien vers l'occident.

IV°. Par la même raiſon, la Terre étant en D, & ayant fait cent quatre-vingts révolutions ſur ſon axe : le Méridien D*n* atteindra l'étoile Z ; & ſera obligé de faire encore, pour atteindre le Soleil, une demi-révolution *nox*.

La Terre étant enſuite en E : le Méridien E*n* de l'Obſervateur, atteindra l'Etoile Z ; & ſera obligé de faire encore les trois quarts d'une révolution *nomx*, pour atteindre le Soleil qui ſera vu en Y.

Enfin la Terre étant de nouveau en A : le Méridien A*n* atteindra à la fois, & l'Etoile Z, & le Soleil S. Mais l'Etoile Z aura paſſé 366 fois par le Méridien :

tandis que le Soleil n'aura paſſé que 365 fois par le même méridien.

1324. COROLLAIRE. On voit ici comment & pourquoi *la révolution de la Terre ſur ſon axe, n'étant que de 23 heures 56 minutes & 4 ſecondes; le Jour naturel ou aſtronomique eſt cependant de vingt-quatre heures.*

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que le Jour naturel ou aſtronomique ſe compte d'un midi à l'autre, ou d'un minuit à l'autre; & qu'une révolution entiere de la Terre ſur ſon axe, pendant qu'elle avance inceſſamment dans ſon Orbite, ne ſuffit pas pour ramener le Méridien d'un même Lieu quelconque ſur le Soleil. (*Fig.* 42).

Par exemple, quoiqu'en A & en B les révolutions diurnes *m n o m* de la Terre ſoient parfaitement égales en durée & de 23 heures 56 minutes 4 ſecondes chacune: en B une *révolution entiere* de la Terre ſur ſon axe, ne ſuffit pas pour ramener le Méridien B*n* ſur le Soleil S. Il faut que ce méridien parcoure, au-delà d'une révolution entiere, & par conſéquent au-delà de tout l'Equateur, l'arc *n x*: ce qui exige encore environ trois minutes & cinquante-ſix ſecondes de tems.

Je dis *environ trois minutes & cinquante-ſix ſecondes.* Car il faut tantôt quelques ſecondes de plus, tantôt quelques ſecondes de moins, pour que le centre du Soleil retourne dans le Méridien où il paſſa la veille.

Il eſt clair que l'inégale vîteſſe de la Terre dans ſon Orbite, que l'inegale diſtance du Soleil, que l'inégale inflexion des arcs de l'écliptique relativement aux arcs correſpondans de l'équateur, doivent mettre néceſſairement quelques petites différences dans la *longueur des Jours naturels*, comptés d'un midi à l'autre, ou d'un minuit à l'autre.

Delà, une diſtinction à mettre, entre le Jour vrai

& le Jour moyen, ou entre le Tems vrai & le Tems moyen.

### *TEMS VRAI ET TEMS MOYEN; ET RÉVOLUTION DIURNE DE LA TERRE.*

1325. DÉFINITION. I°. On nomme *Jour vrai* ou *Tems vrai*, le tems qui s'écoule entre l'inſtant réel où le centre du Soleil paſſe par un Méridien quelconque, & l'inſtant réel où le centre du Soleil revient & repaſſe dans ce même méridien. Ce tems eſt tantôt plus court & tantôt plus long, de quelques Secondes.

II°. On nomme *Jour moyen* ou *Tems moyen*, le tems qui s'écoule entre l'inſtant réel où le centre du Soleil paſſe par un Méridien quelconque, & l'inſtant réel où le centre du Soleil auroit paſſé de nouveau par le même méridien : ſi le mouvement de cet Aſtre en aſcenſion droite & parallélement à l'Equateur, étoit toujours uniforme & toujours égal à ſon moyen mouvement.

1326. OBSERVATION. La *Révolution diurne de la Terre autour de ſon Axe*, étant un Point fondamental, non ſeulement dans l'Aſtronomie, mais encore dans l'Hiſtoire, dans la Chronologie, dans la plupart des Branches de la Phyſique, dans preſque toutes les Connoiſſances humaines : il eſt de la derniere importance de s'en former ici une idée conforme aux Phénomenes aſtronomiques, aux Loix générales & fondamentales du Mouvement, à la vraie théorie des Cauſes phyſiques. (*Fig.* 10).

On peut & on doit regarder comme un Fait complettement certain, comme un Fait viſiblement conforme à toutes les vraies théories du Mouvement, des Cauſes phyſiques, des Loix générales de la Nature, que la *Révolution diurne ABA de la Terre*, autour de ſon Axe DF, eſt une révolution invariable,

une révolution toujours uniforme, toujours isochrone ou de même durée : puisqu'il est certain qu'il n'existe *aucune Cause physique*, ni dans les Espaces célestes, ni dans la Terre ou sur la Terre, qui puisse ou accélérer ou retarder ce mouvement de révolution ABA ; & que selon les Loix générales & fondamentales du Mouvement, qui sont les Loix mêmes de la Nature, aucun mouvement ne peut augmenter, ne peut diminuer, ne peut s'altérer, ne peut devenir en rien différent de lui-même, sans l'influence réelle de quelques Causes physiques. (307 & 311).

I°. Il est certain d'abord, qu'il n'existe aucune Cause physique dans les Espaces célestes, qui puisse altérer cette *Révolution ABA* de la Terre. Car cette Révolution s'effectuant *dans le Vide*, comme nous le démontrerons bientôt ; il est clair qu'elle n'y trouve rien qui augmente ou qui diminue ou qui altere en aucune maniere son mouvement.

Cette Révolution ABA est d'ailleurs indépendante de l'action des Forces centrifuge & centripete ; puisque ces deux Forces exercent chacune également leur action sur toutes les parties du Globe terrestre : sans avoir plus de prise sur une partie circulante que sur l'autre ; sans altérer en rien l'équilibre de leur révolution diurne ; laquelle s'effectue de même, soit à une plus grande, soit à une plus petite distance du Soleil, sous un plus grand comme sous un plus petit mouvement projectile, centrifuge, centripete.

II°. Il est certain ensuite, qu'il n'existe aucune Cause physique sur la Terre, qui puisse altérer sensiblement cette même révolution ABA de la Terre autour de son Axe ; & la rendre, d'un siecle à l'autre, ou plus longue ou plus courte. Car, dans le Sphéroïde terrestre, l'Eau, la Terre, l'Atmosphere, tout participe & rien ne résiste au Mouvement qui constitue *cette Révolution ABA de la Terre* : révolution contre laquelle

laquelle ou en faveur de laquelle l'action paſſagere & variable des Vents & des Tempêtes, du Flux & du Reflux, ne peut jamais avoir qu'une influence infiniment petite, qu'une influence toujours ſenſiblement nulle; qu'une influence qui, produite en un ſens quelconque, par l'action de ces Cauſes paſſageres & variables, eſt toujours néceſſairement détruite & produite en un ſens contraire & diamétralement oppoſé, par la *réaction de ces mêmes Cauſes*: ainſi que nous l'obſerverons & que nous le démontrerons ailleurs. (1479).

III°. Il eſt certain enfin que la Révolution diurne ABA de la Terre autour de ſon Axe D F, n'eſt ni plus courte ni plus longue aujourdhui que dans les ſiecles antérieurs. Car, ſi cette révolution étoit ou plus courte ou plus longue aujourdhui qu'au tems de Ptolomée ou d'Hyparque: il eſt clair que l'*Année aſtronomique tropique* ne ſeroit plus aujourdhui, ce qu'elle étoit au tems de ces Aſtronomes: il eſt clair que le *calcul des Eclipſes*, ne ſe rapporteroit point au tems où arriverent telles & telles Eclipſes dont les Monumens hiſtoriques & aſtronomiques nous ont conſervé le ſouvenir.

Ainſi, on peut & on doit regarder la *Révolution diurne de la Terre autour de ſon Axe*, comme étant néceſſairement invariable, comme étant toujours uniforme & de même durée; comme étant aujourdhui préciſément ce qu'elle étoit il y a cent ans, il y a mille ans, il y a ſix mille ans: malgré les ineptes & abſurdes Sophiſmes, par où l'on a cherché à rendre douteuſe & ſuſpecte cette Vérité fondamentale.

1326. II°. REMARQUE. Nous venons d'obſerver & de démontrer que la révolution diurne de la Terre autour de ſon axe, eſt égale en durée à la revolution diurne des Etoiles autour d'un même Méri-

dien ; & que cette révolution diurne de la Terre, eſt réellement plus courte que le *Jour naturel* & que le *Jour moyen.* (1323 & 1324).

I°. Pendant une révolution diurne de la Terre autour de ſon Axe & des Etoiles autour d'un Méridien, paſſent ſous ce Méridien, les trois cens ſoixante degrés *a*B*n*A*a* de l'Equateur terreſtre & céleſte, & rien de plus. (*Fig.* 2).

II°. Pendant un *Jour moyen*, paſſent ſous ce même Méridien, les trois cens ſoixante degrés de l'Equateur ; plus 59 minutes & 8 ſecondes *r a* de ce même Equateur. Ces cinquante-neuf minutes & huit ſecondes de degré, répondent au Mouvement diurne moyen du Soleil en aſcenſion droite ; ou à la quantité moyenne de ſon Mouvement diurne parallélement à l'Equateur. Ce mouvement apparent du Soleil, répond au mouvement réel de la Terre dans l'Ecliptique, d'un jour à l'autre.

III°. On conçoit par-là, que le *Jour vrai* ne peut s'accorder avec le *Jour moyen*, que lorſque le mouvement diurne du Soleil en aſcenſion droite, eſt de cinquante-neuf minutes & huit ſecondes de degré : ce qui arrive vers le 11 Février, le 14 Mai, le 26 Juillet, & le premier Novembre.

Dans tous les autres tems, il doit y avoir une différence entre le midi vrai & le midi moyen. Par exemple, quand le Soleil eſt apogée, vers le commencement de l'été : le Jour vrai eſt plus grand de 23 ſecondes, que le Jour moyen.

IV°. On voit auſſi par-là qu'une *Pendule exacte*, dont le mouvement ſeroit parfaitement uniforme, ne doit preſque jamais donner vingt-quatre heures juſtes, d'un midi à l'autre : une Pendule exacte devant néceſſairement être reglée ſur le Tems moyen.

On trouvera dans la *Table ſuivante*, pour toute l'année, la différence du Tems vrai & du tems moyen ;

*ÉQUATIONS des Horloges : ou TABLE du nombre des Secondes de tems, dont une Pendule bien réglée doit avancer ou retarder chaque jour, d'un Midi à l'autre.*

| *Jours du Mois.* | Janvier . . . . | Février . . . . | Mars . . . . . | Avril . . . . . | Mai . . . . . | Juin . . . . . | Juillet . . . . | Août . . . . . | Septembre . . | Octobre . . . | Novembre . . | Décembre . . |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | A | R | R | R | A | A | R | R | R | A | A |
| 1 | 28 | 7 | 13 | 18 | 8 | 9 | 12 | 3 | 19 | 19 | 0 | 23 |
| 2 | 28 | 6 | 13 | 18 | 7 | 9 | 11 | 4 | 19 | 18 | 0 | 24 |
| 3 | 27 | 6 | 13 | 18 | 6 | 10 | 11 | 5 | 19 | 18 | 1 | 24 |
| 4 | 27 | 5 | 14 | 18 | 6 | 10 | 11 | 5 | 19 | 18 | 2 | 25 |
| 5 | 26 | 4 | 14 | 18 | 5 | 10 | 10 | 6 | 20 | 17 | 3 | 25 |
| 6 | 26 | 3 | 15 | 18 | 5 | 11 | 10 | 7 | 20 | 17 | 4 | 26 |
| 7 | 25 | 2 | 15 | 17 | 4 | 11 | 10 | 7 | 20 | 16 | 4 | 27 |
| 8 | 25 | 1 | 16 | 17 | 4 | 11 | 9 | 8 | 20 | 16 | 5 | 27 |
| 9 | 24 | 1 | 16 | 17 | 3 | 11 | 9 | 8 | 20 | 16 | 6 | 28 |
| 10 | 24 | R | 16 | 16 | 2 | 12 | 8 | 9 | 20 | 15 | 7 | 28 |
| 11 | 23 | 1 | 17 | 16 | 2 | 12 | 8 | 10 | 21 | 15 | 8 | 28 |
| 12 | 23 | 2 | 17 | 16 | 1 | 12 | 8 | 10 | 21 | 14 | 9 | 28 |
| 13 | 22 | 2 | 17 | 16 | 1 | 12 | 7 | 11 | 21 | 14 | 9 | 29 |
| 14 | 21 | 3 | 17 | 15 | A | 13 | 7 | 11 | 21 | 13 | 10 | 29 |
| 15 | 21 | 4 | 17 | 15 | 1 | 13 | 6 | 12 | 21 | 12 | 11 | 29 |
| 16 | 20 | 5 | 18 | 15 | 1 | 13 | 6 | 12 | 21 | 12 | 12 | 29 |
| 17 | 19 | 5 | 18 | 14 | 2 | 13 | 5 | 13 | 21 | 11 | 13 | 30 |
| 18 | 18 | 6 | 18 | 14 | 2 | 13 | 5 | 13 | 21 | 11 | 14 | 30 |
| 19 | 18 | 7 | 18 | 13 | 3 | 13 | 4 | 13 | 21 | 10 | 15 | 30 |
| 20 | 17 | 7 | 18 | 13 | 3 | 13 | 3 | 14 | 21 | 9 | 15 | 30 |
| 21 | 15 | 8 | 18 | 12 | 4 | 13 | 3 | 14 | 21 | 9 | 16 | 30 |
| 22 | 15 | 8 | 18 | 12 | 4 | 13 | 2 | 15 | 21 | 8 | 17 | 30 |
| 23 | 14 | 9 | 19 | 12 | 5 | 13 | 2 | 15 | 20 | 7 | 18 | 30 |
| 24 | 14 | 10 | 19 | 11 | 5 | 12 | 1 | 16 | 20 | 7 | 18 | 30 |
| 25 | 13 | 11 | 19 | 11 | 6 | 12 | 1 | 16 | 20 | 6 | 19 | 30 |
| 26 | 12 | 11 | 19 | 10 | 6 | 12 | R | 17 | 20 | 5 | 20 | 30 |
| 27 | 11 | 12 | 19 | 10 | 7 | 12 | 1 | 17 | 20 | 4 | 20 | 30 |
| 28 | 10 | 13 | 19 | 9 | 7 | 12 | 1 | 17 | 19 | 4 | 21 | 29 |
| 29 | 10 | | 19 | 9 | 8 | 12 | 2 | 18 | 19 | 3 | 22 | 29 |
| 30 | 9 | | 18 | 8 | 8 | 12 | 2 | 18 | 19 | 2 | 23 | 29 |
| 31 | 8 | | 18 | | 8 | | 2 | 18 | | 1 | | 29 |

ou la quantité de Secondes, dont une Pendule ou une Montre parfaitement exacte doit avancer ou reculer chaque jour ſur le Soleil, d'un midi au midi ſuivant.

Par exemple, une Pendule bien reglée, miſe à l'heure du Soleil à midi le premier jour de Janvier, marquera midi le lendemain avant que le centre du Soleil ſoit dans le Méridien, ou avant qu'il ſoit réellement midi : elle *avancera* de 28 ſecondes ; & le ſixieme jour du même mois elle avancera de 28+27+27+26+26 ſecondes, ou de 2 minutes 14 ſecondes.

La même Pendule, miſe à l'heure du Soleil à midi, le premier jour de Septembre, marquera midi le lendemain, 19 ſecondes après que le centre du Soleil aura paſſé par le méridien : elle retardera de 19 ſecondes ; & le 10 du même mois elle retardera de 19+19+19+20+20+20+20+20+20 ſecondes ou de 2 minutes 57 ſecondes ; & ainſi du reſte.

Du premier jour de Novembre juſqu'au dixieme jour de Février, une Pendule parfaitement exacte doit avancer ſur le Soleil, de *trente-une Minutes* ; ou marquer midi, à 11 heures 29 minutes.

## NEUVIEME PHÉNOMENE.

1327. *La préceſſion des Equinoxes ; ou la grande révolution du Firmament ou du Ciel étoilé, autour de l'Axe & des Poles de l'Ecliptique, ſelon l'ordre des Signes, dans l'eſpace de* 25740 *ans.* (Fig. 6).

OBSERVATION. Voici ſans contredit, *le plus grand Phénomene de la Nature* ; un Phénomene qui n'eſt ſuſceptible d'aucune explication raiſonnable dans l'Hypotheſe de la Terre immobile, & qui ſeul ſuffiroit pour démontrer l'immobilité du Soleil & le mouvement de la Terre.

Comment & par quel Mécaniſme phyſique arrive-t-il que tout le Ciel, en faiſant chaque jour une révolution d'orient en occident autour de l'axe & des Poles du Monde ou de l'Equateur céleſte, fait une *autre Révolution* d'occident en orient autour de l'axe & des poles de l'Ecliptique, dans l'eſpace de 25740 ans ? (1131 & 1165).

Nous allons d'abord donner l'explication de ce grand Phénomene ; en nous bornant à en indiquer la Cauſe phyſique : après quoi nous ferons connoître quelle eſt la Cauſe toujours ſubſiſtante & toujours agiſſante qui doit produire perſévéramment ce grand Phénomene, ſelon les Loix de la Nature qui nous ſont indéfectiblement connues.

La même Cauſe phyſique qui fait rétrograder l'*Orbite de la Lune* contre l'ordre des Signes, doit contribuer auſſi à faire rétrograder l'*Equateur terreſtre* contre ce même ordre des Signes. (1240).

La raiſon en eſt, que l'Equateur terreſtre, renflé & comme ſaillant au-delà du Globe, eſt incliné au plan de l'Ecliptique, ainſi que l'Orbite lunaire ; & que chaque Corpuſcule de cette eſpece d'*Anneau ſaillant*, a un mouvement d'occident en orient autour du centre de la Terre, de même que la Lune dans ſon Orbite.

Chaque *Corpuſcule* de cet Anneau ſaillant, eſt donc en priſe à la même Force perturbatrice qui agit ſur la Lune ; qui la fait paſſer ſur un point plus occidental de l'Ecliptique, pendant chaque révolution. (1238).

Ainſi en ſuppoſant à la Terre, outre ſon Mouvement diurne & annuel, *un troiſieme Mouvement* qui fait rétrograder très-lentement toutes ſes parties contre l'ordre des Signes, parallélement au plan de l'Ecliptique : nous ne ſuppoſerons qu'une conſéquence & une dépendance néceſſaires des Loix mêmes de la Nature. (1196).

Nous examinerons bientôt quelle eſt la Cauſe phyſique, entiere & complette, de ce troiſieme Mouvement de la Terre : bornons-nous ici à ſuppoſer l'exiſtence, & à conſidérer les dépendances de cette Cauſe.

EXPLICATION. I°. Soit $ApbmA$, le Globe de la Terre ; $pTm$, l'Axe terreſtre autour duquel ſe font conſtamment & perſévéramment les révolutions diurnes de toutes les parties de la Terre, d'occident en orient ; $dTe$, un autre Axe terreſtre autour duquel ſe fait la grande révolution de toutes les parties de la Terre, d'orient en occident, parallélement à l'Ecliptique dans l'eſpace de 25740 ans. (*Fig.* 6).

L'Axe $pTm$ reſte toujours perpendiculaire à l'Equateur terreſtre $ATb$ : l'Axe $dTe$ reſte toujours perpendiculaire à l'Ecliptique FTG, en quelque point F, T, G, de l'Ecliptique que ſe trouve la Terre, pendant ſa révolution annuelle autour du Soleil.

La raiſon en eſt, que dans le Vide ou dans un Milieu ſans action & ſans réſiſtance, rien ne peut infléchir l'un ou l'autre de ces *deux Axes* en un nouveau ſens : puiſque les Forces centrifuges & centripetes, auxquelles ces deux Axes ſont en priſe, ont une égale action ſur toutes les parties de ces axes également éloignées du centre de la Terre ; & que ces parties ſe trouvant une fois en équilibre, doivent y demeurer conſtamment pendant les révolutions diurnes & annuelles de la Terre.

Si pendant ſix mois le point $m$, un peu moins éloigné du Soleil, eſt plus attiré par cet aſtre que le point $p$ : pendant les ſix mois ſuivans, le point $p$ a le même avantage ſur le point $m$ ; & l'équilibre ſubſiſte ou ſe rétablit perſévéramment.

II°. Sous l'Equateur renflé & ſaillant $AbA$, & formant comme une eſpece d'Anneau autour de l'Axe terreſtre $pTm$, ſoit une Ville A.

Cette Ville, en faiſant chaque jour ſes révolutions diurnes autour de l'axe terreſtre *p* T *m*, a ſucceſſivement pour zénith, toutes les étoiles & tous les points du grand Cercle céleſte VTV.

Si cette *Ville A* n'avoit d'autre mouvement, que le mouvement diurne & annuel de la Terre : elle auroit toujours les mêmes étoiles & les mêmes points pour zénith ; comme elle les a ſenſiblement pendant pluſieurs mois.

Mais cette Ville A ſe trouve avoir un *troiſieme Mouvement*, en vertu duquel elle doit faire en 25740 ans, une révolution A *g a c* A, d'orient en occident, autour de l'axe D *d* E de l'Ecliptique. Cette Ville A ſe trouvera donc en *a*, dans 12870 ans ; & alors, toujours placée ſur l'Equateur terreſtre, & faiſant ſes révolutions diurnes *a* B *a* d'occident en orient, elle aura ſucceſſivement pour zénith, toutes les étoiles & tous les points du grand Cercle céleſte ZTZ.

III°. Comme toutes les parties de la Maſſe terreſtre ſont adhérentes les unes aux autres : il eſt clair que tandis que la Ville A fait une révolution rétrograde A *g a c* A autour des poles de l'Ecliptique ; l'Axe terreſtre *p* T *m*, doit faire auſſi une révolution rétrograde *p q r s p*, *m n o k m*, autour de l'axe *d* T *e* de l'Ecliptique.

Cet Axe terreſtre *p* T *m*, indéfiniment prolongé de part & d'autre, décrit donc en 25740 ans autour des poles D & E de l'Ecliptique, deux Cônes oppoſés par leur ſommet en T, ſavoir PTR & MTO : ce qui ne change point ſon inclinaiſon ſur le Plan de l'Ecliptique ; inclinaiſon égale à quatre-vingt-dix degrés, moins DP ou DQ ou DR ou DS, qui ſont quatre rayons égaux d'un même Cercle PQRS.

Tel eſt le *Mouvement conique* de l'Axe terreſtre *p* T *m*, ou de l'Axe du monde PTM : mouvement qui

n'eſt point ſenſible d'un jour à l'autre, d'un mois à l'autre & qui n'eſt que d'environ cinquante Secondes de degré d'une année à l'autre; mouvement qui ne détruit point le *ſenſible Paralléliſme* que nous avons ſuppoſé à l'Axe terreſtre, pendant chaque révolution iſolée de la Terre autour du Soleil. (1314).

IV°. Ce Mouvement conique de l'Axe terreſtre, d'orient en occident, autour des poles de l'Ecliptique, doit néceſſairement, dans un certain nombre de ſiecles, déplacer en apparence, tout l'immobile Firmament ou tout le Ciel étoilé.

Par exemple, que maintenant l'Axe terreſtre ait la direction & la poſition *p* T *m*. Les Points céleſtes P & M ſeront les poles du monde: les Etoiles V & V ſeront dans l'équateur.

Que dans 12870 ans, l'Axe terreſtre *p* T *m* ait paſſé en *r* T *o*. Le Pole céleſte boréal, qui étoit en P, ſera en R: le Pole céleſte auſtral, qui étoit en M, ſera en O: l'Equateur céleſte, qui étoit en VTV, ſera en ZTZ. Les Etoiles Z & Z, qui étoient l'une au nord & l'autre au midi de l'équateur, ſe trouveront dans l'Equateur. Toutes les autres Etoiles auront de même changé de place à l'égard de l'équateur: s'étant les unes approchées & les autres éloignées des nouveaux Poles du monde R & O.

V°. Comme tout l'Equateur terreſtre rétrograde ſans ceſſe contre l'ordre des Signes: il eſt clair que le diametre de cet équateur A T *b*, en faiſant ſa révolution rétrograde A *g a c* A, *b f* B *h b*, entrecoupe le plan de l'Ecliptique 1 2 3 4, ſur des points chaque année plus occidentaux; maintenant en 1, & dans la ſuite en 2 d'une part; & de l'autre maintenant en 3, & dans la ſuite en 4.

Or, comme l'*Equateur terreſtre* donne & détermine l'Equateur céleſte: il s'enſuit que l'Equateur céleſte doit paroître rétrograder auſſi contre l'ordre des Si-

gnes, entrecoupant l'Ecliptique ſur des points toujours plus à l'occident.

Delà il arrive que les Etoiles paroiſſent avancer chaque année, parallelement à l'Ecliptique & ſelon l'ordre des Signes, de toute la quantité dont l'Equateur terreſtre & céleſte rétrograde chaque année contre l'ordre des Signes; c'eſt-à-dire, d'environ 50 ſecondes & 20 tierces de degré par an.

Par exemple, l'Etoile qui étoit vue, il y a environ 71 ans, dans l'interſection de l'écliptique & de l'équateur au moment de l'équinoxe du printems, doit paroître environ un degré au-delà du Point équinoxial du printems; maintenant que l'équateur entrecoupe l'écliptique ſur un point plus occidental d'environ un degré.

Delà, le phénomene de la *préceſſion des Equinoxes*, dans toutes ſes dépendances: tel que le donnent les Obſervations aſtronomiques, & tel que nous l'avons fait connoître ailleurs. (1331).

### *CAUSES PHYSIQUE DE CE GRAND PHÉNOMENE.*

Il eſt évident que le mouvement rétrograde de la Terre & de toutes ſes parties autour de l'axe de l'Ecliptique, exige néceſſairement une *Cauſe phyſique toujours ſubſiſtante & toujours agiſſante*, qui le produiſe & qui l'entretienne ſans ceſſe.

Cette Cauſe phyſique eſt l'*Attraction conjointe du Soleil & de la Lune, ſur la Portion protubérante de matiere qui forme le renflement de l'Equateur terreſtre*: comme nous allons l'expliquer dans les deux Aſſertions ſuivantes.

1328. ASSERTION I. *L'Action attractive du Soleil, ſur la matiere protubérante de l'Equateur terreſtre, doit faire rétrograder cet Equateur.* (Fig. 8).

EXPLICATION. On ſait que la Terre eſt un Sphéroïde applati vers ſes poles *d* & *p*, & renflé vers ſon équateur A & E; & que le diametre de l'Equateur, a environ quinze lieues de plus que l'Axe mené d'un pole à l'autre. Si dans un tel Sphéroïde, on conçoit un Cercle, qui ait pour centre le centre de la Terre, & pour diametre l'axe même de la Terre, (*Fig.* 50):

Ce Cercle, en faiſant une révolution ſur ſon diametre, confondu avec l'axe de la Terre, embraſſera un *Solide ſphérique*; & laiſſera autour de ce Solide ſphérique, une Couche de matiere dont l'épaiſſeur, nulle ſous les poles, ira en augmentant de part & d'autre juſques ſous l'Equateur ABA. Telle eſt la *matiere prominente* de l'équateur terreſtre, qui occaſionne la révolution de la Terre autour de l'axe des poles de l'Ecliptique, contre l'ordre des Signes.

La *Rétrogradation de l'Equateur terreſtre*, ainſi que nous l'avons déjà obſervé, dépend préciſément de la même Cauſe qui fait rétrograder la Lune dans ſon Orbite; & nous allons en donner préciſément la même Explication, en ſuppoſant que TAMBNA eſt le Sphéroïde terreſtre, applati vers ſes poles M & N, renflé vers ſon équateur ATB, & faiſant ſes révolutions diurnes autour de ſon Axe NTM, incliné à l'Ecliptique MRMTS; & que les *Points A & B* ſont deux Villes ſituées préciſément ſur l'Equateur terreſtre. (*Fig.* 14).

I°. La Matiere prominente de l'Equateur terreſtre, forme une eſpece d'*Anneau ſaillant & incliné de part & d'autre ſur le plan NRM de l'Ecliptique*, qu'elle entrecoupe en M & en N.

Chaque Molécule B de cet Anneau ſaillant, eſt en priſe à trois Forces; ſavoir, à une force projectile BD, par la tangente; à une force centripete BT, vers le centre de la Terre; à une autre force centripete BS, vers le centre du Soleil.

Cette derniere *Force BS* agit ici ſur la Molécule B, placée hors du plan de l'Ecliptique; comme nous avons fait voir ailleurs qu'elle agiſſoit ſur la Lune placée hors du même plan de l'Ecliptique. (1238).

II°. Cette derniere Force, ou l'*attraction du Soleil*, eſt oblique à l'égard de toutes les Molécules de l'Anneau ſaillant, qui ne ſont pas dans l'axe STR de l'écliptique. La force BS ſe décompoſe donc en *deux parties BV & BT*, dont l'une BV tend à rapprocher du Soleil la molécule B; & dont l'autre BT tend à rapprocher la même molécule B, du plan de l'Ecliptique NRM. (1238).

III°. Cette Molécule B, en vertu de ſa force projectile BD & de ſa peſanteur BT vers le centre de la Terre, iroit atteindre & couper le plan de l'écliptique en N.

Mais en vertu de l'action BT du Soleil, qui tend à la rapprocher auſſi du plan de l'écliptique, elle atteindra plus tôt & moins loin ce plan en *n*, au lieu de l'aller atteindre plus tard & plus loin en N.

IV°. Suppoſons au centre T de la Terre diaphane & tranſparente, *un Œil* occupé à obſerver la Molécule B, ou une Ville placée en B, dans ſon paſſage par le plan de l'écliptique.

Quand cette Molécule ou cette Ville paſſe par le plan de l'écliptique en N, elle eſt vue dans le ciel en Q. Quand dans les révolutions ſuivantes elle paſſera par le plan de l'écliptique en *n*, elle ſera vue dans le ciel en P, ſur un point plus occidental; & elle paroîtra avoir rétrogradé de tout l'arc QP contre l'ordre des Signes PQXY.

V°. Cette Molécule B, dans chaque révolution autour de la Terre, dont le centre eſt toujours dans le plan de l'Ecliptique, atteindra donc ce plan de l'écliptique ſur un point toujours plus occidental; & à force de répéter & de multiplier ſes révolutions

autour de la Terre, elle coupera le plan de l'Ecliptique en une *infinité de Points différens*; qui vus du centre de la Terre, répondront en rétrogradant contre l'ordre des Signes, à tous les Points de l'Ecliptique céleſte YXQPO.

Tout l'eſpace que parcourt la Terre, en faiſant ſa révolution annuelle autour du Soleil, eſt comme *un Point*, en comparaiſon de l'infinie diſtance des étoiles OPQXY. Ainſi on peut conſidérer la Terre comme étant toujours en T; & la Molécule B, comme faiſant ſes révolutions diurnes BNAMB, en coupant ſucceſſivement l'Ecliptique, en N, en *n*, en *b*, en M, en *m*; & ainſi de ſuite.

VI°. La même choſe arrivera à *chaque Molécule N, A, M*, de cet Annean ſaillant & incliné au plan de l'Ecliptique : puiſque l'action oblique du Soleil ſe décompoſe pour chaque Molécule A, en deux parties AZ & AT, dont la derniere AT eſt employée à rapprocher la molécule A du plan de l'écliptique, à l'infléchir vers ce plan en *m*, au lieu de la laiſſer aller plus loin en M.

Donc, en vertu de l'action attractive du Soleil, chaque Molécule de cet Anneau ſaillant qui forme ou qui enveloppe l'Equateur terreſtre, doit tendre à rétrograder. Donc tout l'*Equateur terreſtre*, qui n'eſt autre choſe que tout cet aſſemblage de Molécules rétrogradantes, doit rétrograder en vertu de l'Action attractive du Soleil; & entraîner la rétrogradation de toute la maſſe de la Terre à laquelle il eſt adhérant.

1329. ASSERTION II. *L'Action attractive de la Lune ſur la Matiere protubérante de l'Equateur terreſtre, doit contribuer auſſi à faire rétrograder cet Equateur.*

EXPLICATION. L'Equateur terreſtre eſt auſſi incliné ſur l'Orbite de la Lune; & en vertu de la Loi

générale d'attraction, chaque Molécule de cet Anneau ſaillant, a une tendance vers la Lune, ainſi que vers le Soleil & vers le centre de la Terre.

Pendant que la Lune fait ſes révolutions autour du centre de la Terre, elle attire donc à elle chaque Molécule B, N, A, M, de cet Anneau ſaillant: mais ſon action ſe décompoſe, ainſi que celle du Soleil. La théorie que nous venons de donner ſur l'Action attractive du Soleil, peut donc s'appliquer auſſi à l'Action attractive de la Lune. (*Fig.* 14).

Soit donc la Lune en un point quelconque de ſon Orbite, que nous ſuppoſerons confondue en ce point avec l'Écliptique NRMTSN.

I°. La Lune placée en S, attire la Molécule terreſtre B, dans la direction BS. Mais cette Action attractive BS ſe décompoſe en *deux Parties*, dont l'une BV tend à rapprocher la Molécule B de la Lune S; & dont l'autre BT tend à rapprocher la même molécule B du plan de l'Orbite lunaire, hors duquel cette molécule eſt placée.

II°. Cette partie BT de l'attraction de la Lune, fera donc que la Molécule B ira couper plus tôt & moins loin l'Orbite lunaire; & que cette molécule B atteindra plus tôt le plan de l'Ecliptique, vers lequel tend toujours la Lune placée hors de ce plan.

On peut dire la même choſe de toutes les Molécules M, A, N, qui forment la partie ſaillante & protubérante de l'Equateur terreſtre.

III°. Selon les calculs de Newton; la quantité de rétrogradation qui réſulte de l'*Action attractive de la Lune* ſur l'Anneau ſaillant de la Terre, eſt environ quatre fois & demi plus grande, que celle qui réſulte de l'Action attractive du Soleil.

1430. OBJECTION. La révolution rétrograde des Nœuds de la Lune, produite par la ſeule Action attrac-

tive du Soleil, s'acheve en environ dix-neuf ans. Pourquoi la révolution rétrograde l'Equateur terreſtre, produite par l'Attraction conjointe du Soleil & de la Lune, ne s'acheveroit-elle qu'en 25740 ans ?

RÉPONSE. La rétrogradation de l'Equateur terreſtre, eſt incomparablement plus lente que celle de l'Orbite lunaire, pour quatre principales raiſons. (*Fig.* 14).

I°. La *Force perturbatrice* qui fait rétrograder la Lune en B, eſt repréſentée par la Ligne BT, qui eſt égale à la diſtance de la Lune au centre de la Terre, ou à environ ſoixante rayons de la Terre: au lieu que la Force perturbatrice qui fait rétrograder une Molécule ou une Ville ou une Montagne S de l'Equateur terreſtre, eſt repréſentée par une *autre Ligne BT*; qui n'eſt ici égale qu'à la diſtance de cette Ville ou de cette Montagne au centre de la Terre, ou qu'à un rayon de la Terre.

L'action attractive du Soleil, qui fait rétrograder la Lune (1238), eſt donc d'abord ſoixante fois plus grande que l'action attractive du Soleil qui fait rétrograder une partie de l'Equateur terreſtre.

II°. La partie ſaillante & protubérante de l'equateur terreſtre, ne peut rétrograder : ſans entraîner la rétrogradation de toute la maſſe de la Terre.

Or, comme la maſſe de la Terre, eſt environ ſoixante-quatre fois plus grande que la maſſe de la Lune (1190) : il eſt clair que la *Quantité d'action*, qui imprime une viteſſe rétrograde & determinée à toute la Lune, doit imprimer une viteſſe rétrograde incomparablement moindre, à l'énorme maſſe de la Terre, dont le ſeul Anneau ſaillant eſt en priſe à cette action.

III°. La Matiere protubérante de la Terre, répandue depuis l'Equateur juſqu'aux Poles, ne forme point un *vrai Anneau*, ramaſſé & ſaillant ſous l'équateur.

Elle eſt par là même moins en priſe à l'action perturbatrice du Soleil & de la Lune. (*Fig.* 50).

IV°. La Rétrogradation eſt d'autant plus grande, que la Cauſe qui la produit, agit plus long-tems ; ou, ce qui revient à la même choſe, que le Tems périodique de la Matiere rétrogradante, eſt plus long.

Or, le tems de la révolution de l'Anneau terreſtre, n'eſt que de 23 heures 56 minutes : tandis que la révolution de la Lune, eſt de 27 jours 7 heures 43 minutes.

Donc, pour toutes ces raiſons, l'Equateur terreſtre doit rétrograder avec incomparablement moins de vîteſſe, que l'Orbite lunaire.

Donc, on ne doit pas trouver étrange, que les Points équinoxiaux emploient 25740 ans, à faire une révolution rétrograde autour de l'axe & des poles de l'écliptique : tandis que les Nœuds de la Lune, n'emploient qu'environ dix-neuf ans à faire une ſemblable révolution.

1330. II°. REMARQUE. Telle eſt l'explication phyſique du plus grand Phénomene de la Nature ; du Phénomene de la *Préceſſion des Equinoxes*, qui n'eſt ſuſceptible, ainſi que nous l'avons déjà obſervé, d'aucune explication raiſonnable dans le ſyſtême de la Terre immobile ; & qui, dans le ſyſtême de la Terre-Planete, n'eſt qu'une ſimple dépendance des Principes de la gravitation réciproque des Corps.

On voit ici comment tout eſt lié dans la Nature viſible : comment les Cauſes phyſiques cadrent avec les phénomenes, & les phénomenes avec les Cauſes phyſiques : comment un phénomene particulier, qui ſemble d'abord être iſolé en lui-même, eſt ſouvent connexe avec tout l'enchaînement des choſes : comment le *renflement de l'Equateur terreſtre*, par exemple, qui paroît n'être qu'une ſimple dépendance des Loix

générales de l'Impulſion & de l'Attraction, ſe trouve eſſentiellement lié au plus frappant des Phénomenes céleſtes ; & comment l'explication de ce grand Phénomene céleſte, confirme & conſolide toutes les autres Preuves démonſtratives que l'on a d'ailleurs de ce renflement de l'Equateur.

## DIXIEME PHÉNOMENE.

1331. *L'Aberration des Fixes ; ou le petit mouvement apparent, qui ſemble leur faire décrire chaque année, autour de leur vrai lieu, une Courbe dont le rayon eſt d'environ vingt Secondes de degré.* (1165).

OBSERVATION. L'explication que nous allons donner, explication adoptée aujourdhui par tous les Aſtronomes du monde, eſt due pour le fonds des choſes au célebre Bradley, Aſtronome du dernier ſiecle, & Anglois de nation. Cette explication eſt fondée ſur *deux Principes généralement reçus*, dont l'un eſt relatif à la décompoſition des Forces; & l'autre, à la théorie de la Viſion.

1°. Le premier Principe eſt, que *ſi un Corps frappe un Plan qui ſe meut : la percuſſion ſuit, non la ſimple direction du Corps frappant, mais une Diagonale entre la direction du Corps frappant & la direction du Corps frappé.* Par exemple, (*Fig.* 39) :

Soit un Corps C, qui tombe ſur un Plan AB. Si ce Plan eſt ſans mouvement : la percuſſion ſe fera ſimplement dans la direction AR. Mais ſi ce Plan ſe meut en même tems dans la direction AB : ce Plan, en vertu des deux Forces conſpirantes AB & AR, tendra à ſe mouvoir dans la direction AP ; & la percuſſion, réſultante des deux Forces AB & AR, équivaudra à une percuſſion produite par une *ſeule Force AP*, repréſentée par la diagonale du parallélogramme

me conſtruit ſur la direction & ſur le rapport des deux forces conſpirantes. (346).

II°. Le ſecond Principe eſt, que *nous voyons les Objets, dans la ligne ou dans la direction que ſuit le Rayon lumineux, au moment où ce rayon atteint & frappe notre Œil* (912) : ſoit que le Corps qui darde ou qui réfléchit ce rayon, ſe trouve réellement dans cette ligne ; ſoit qu'il ſe trouve totalement hors de cette ligne. (*Fig.* 41).

Ainſi, ſi un rayon dardé ou réfléchi par le Corps C, frappe un *Œil placé en A*, dans la direction AP : cet œil verra en Z, l'objet C. Et ſi cet Œil A tourne ſur lui-même, toujours frappé par le même Rayon dans la direction AP : l'objet C paroîtra décrire autour de ſon vrai lieu C, le Cercle ZYZ.

III°. Il eſt facile, d'après ces deux Principes inconteſtables, de rendre raiſon de l'*apparente Aberration des Fixes* : phénomene qui n'a été apperçu que dans le dernier ſiecle ; qui ſembla d'abord devoir rendre incertaines & douteuſes la plupart des Obſervations aſtronomiques ; & qui immortaliſera le nom de celui dont la ſagacité a ſu en découvrir la Cauſe phyſique, & le ſoumettre à la préciſion des calculs.

1332. EXPLICATION. Du *mouvement ſucceſſif de la Lumiere*, du *mouvement annuel de la Terre dans l'Ecliptique*, réſulte l'apparente Aberration des Etoiles ou des Fixes. (*Fig.* 41).

I°. Tandis que l'*Œil A d'un Obſervateur*, eſt frappé par le rayon CA qui émane d'une Etoile C : cet œil eſt emporté d'un mouvement AB avec la Terre, autour de l'Ecliptique.

La percuſſion de l'œil ſe fait donc, non dans la direction CAR du Rayon qui le frappe, non dans la direction AB de la Terre qui l'emporte, mais dans la direction d'une *Diagonale AP*, conſtruite ſur la di-

rection & ſur le rapport des deux Forces conſpirantes AR & AB.

Donc ſi la vîteſſe du corps frappant ou du Rayon lumineux CA, ſe trouve avoir un *Rapport fini* avec la vîteſſe AB qui emporte l'œil avec la Terre dans l'écliptique : le Point rayonnant C ſera vu non dans ſon vrai lieu C, mais à l'extrémité de la ligne de percuſſion PAZ ; tant que les deux directions CA & AB feront un angle dans l'Œil placé en A.

II°. Or, la *vîteſſe du Rayon CA* qui frappe l'œil, & la *vîteſſe AB de la Terre* qui emporte l'œil, ont un rapport fini entre elles.

Car, tandis que la Lumiere parcourt environ trente-quatre Millions de nos lieues communes en un demi-quart d'heure (895) : la Terre parcourt un Arc d'environ dix-neuf Secondes de degré, dans une Orbite dont le diametre eſt d'environ ſoixante-huit millions & la circonférence, d'environ deux cens quatorze millions de ces mêmes lieues communes. (*Math.* 480).

Or, dans une telle Circonférence, un *Arc de dix-neuf ſecondes* eſt d'environ 3138 lieues : comme on le trouvera en diviſant 214000000 lieues par 1296000 Secondes de degré, que renferme cette Circonférence, & en prenant dix-neuf fois le Quotient.

Il y a donc réellement un *Rapport fini*, entre la vîteſſe du Rayon qui frappe l'œil, & la vîteſſe de la Terre qui emporte l'œil : puiſqu'il y a évidemment un tel rapport, entre 34000000 & 3138 lieues.

III°. Ce rapport eſt celui de 10516 à 1 : c'eſt-à-dire que la vîteſſe de la Lumiere eſt environ 10516 fois plus grande, que celle qui emporte la Terre dans l'Ecliptique. (*Fig.* 41).

Si la vîteſſe CA du Rayon lumineux, étoit ſimplement égale à la vîteſſe AB de la Terre : l'Etoile C ſeroit vue en Z à 45 degrés, hors de ſon vrai lieu.

Si la vîteſſe CA étoit infiniment grande par rapport

à la vîteſſe AB; l'Etoile C ſeroit vue en C dans ſon vrai lieu : parce que la Terre ſeroit comme en repos, par rapport à une vîteſſe infinie ; & qu'alors le côté AB qui repréſente la vîteſſe de la Terre, étant comme nul par rapport au côté AR qui repréſente la vîteſſe du Rayon de lumiere; la diagonale PA, à l'extrémité de laquelle eſt vu l'objet, ſe confondroit ſenſiblement avec le côté RA.

Mais ſi la vîteſſe CA ou AR du Rayon lumineux, eſt incomparablement plus grande, dans un rapport fini, que la vîteſſe AB de la Terre : l'Etoile C, d'où part ce Rayon, ſera vue dans la ligne PAZ, à une petite diſtance de ſon vrai lieu ; tant que la direction du Rayon & la direction de la Terre, feront un angle dans l'Œil placé en A.

IV°. On voit ici que, ſi le Phénomene que nous expliquons, ſuppoſe la *Propagation ſucceſſive de la Lumiere ;* ce Phénomene devient à ſon tour une preuve irréfragable de cette propagation ſucceſſive de la Lumiere : puiſqu'il n'eſt ſuſceptible d'aucune explication quelconque, ſans cette ſuppoſition.

1332 II°. REMARQUE. Nous avons fait voir ailleurs que *la Lumiere vient du Soleil à nous, en environ un demi-quart d'heure :* d'où il réſulte qu'elle parcourt environ trente-quatre millions de nos lieues communes, en ſept minutes & demie; & environ 75000 lieues par Seconde. (895 & 1221).

Si l'on diviſe l'*Orbite de la Terre*, ou 214 millions de lieues, par le tems que la Terre emploie à décrire cette Orbite ; ſavoir, par 365 jours & demi environ, ou par 31557600 Secondes : on trouvera qu'elle doit parcourir environ ſix lieues & deux tiers de lieue par Seconde.

D'où il réſulte que *le Mouvement annuel de la Terre dans ſon Orbite, eſt environ 140 fois plus rapide que celui*

*d'un Boulet de canon qui bat en breche :* puiſqu'en ſuppoſant 140 fois plus rapide le mouvement de ce Boulet de canon, il ne parcourroit qu'environ ſix lieues & deux tiers par ſeconde, comme la Terre. (391).

### *APPLICATIONS ET RÉSULTATS DE CETTE THÉORIE.*

Des Principes que nous venons de poſer & d'appliquer généralement à l'*Aberration des Fixes*, découlent *trois Corollaires* qui acheveront de développer les différens phénomenes de cette Aberration, tels que les ont fait connoître dans ce ſiecle, les Obſervations aſtronomiques. (1165).

1333. COROLLAIRE I. *Les Etoiles qui ſont dans le plan de l'Ecliptique, doivent paroître décrire une Ligne droite dans ce Plan, laquelle les écarte tantôt vers l'orient, tantôt vers l'occident ; & ne les montre dans leur vrai Lieu, que deux fois par an.* (Fig. 37).

DÉMONSTRATION. Autour du Soleil S, ſoit *abcda* l'Ecliptique ou l'Orbe annuel que décrit la Terre. Soit auſſi, à une diſtance immenſe, une Etoile immobile A, dans le plan de l'Ecliptique.

I°. Que l'œil de l'Obſervateur, emporté avec la Terre, & toujours dirigé vers l'Etoile A, parcoure le petit arc *an*, qui ſera ſenſiblement une ligne droite ou un plan : tandis que le Rayon lumineux, émané de l'étoile A, parcourt une partie de l'eſpace A*a*, & atteint l'œil mobile en *a*.

L'Œil, frappé par le Rayon lumineux dans la direction *ax*, emporté par la Terre dans la direction *an*, verra l'étoile A, non dans la ligne *a*A, mais dans la ligne diagonale *ra* B. L'Etoile A ſera donc vue hors de ſon vrai lieu, en B. (1331).

II°. Que le même Œil, toujours emporté par la Terre, & toujours dirigé vers l'étoile A, arrive en *b*.

Là, le mouvement de la Terre qui emporte l'œil, & le mouvement du Rayon qui frappe l'œil, ſont dans la direction *b h*, ne ſont plus d'angle, ne donnent plus de diagonale.

L'Œil eſt donc, ou comme ſur un *Plan immobile*; ou comme ſur un plan qui ſe meut dans la direction du Corps frappant. La percuſſion qu'il reçoit, eſt donc toute entiere dans la direction du Corps frappant ou du Rayon A *b*.

l'Etoile A ſera donc vue ſimplement dans la Ligne qui ſuit le Rayon A *b* qu'elle darde dans l'œil en *b*: elle ſera donc vue dans ſon vrai lieu A.

III°. Que l'Œil paſſe de *b* en *c*. Là, l'Œil emporté dans la direction *c m*, & frappé par le rayon lumineux dans la direction *c g*, verra l'Etoile A, non dans la ligne *c* S A, mais dans la ligne diagonale *v c* C.

l'Etoile A ſera donc vue encore hors de ſon vrai lieu A : elle ſera vue en C.

IV°. Que l'Œil paſſe de *c* en *d*. Là, l'Œil eſt emporté par la Terre dans la direction *d k*, eſt frappé par le rayon dans la direction *d f*: ces deux directions coïncident & forment une même ligne *k d f*.

L'Œil en *d*, toujours dirigé vers l'étoile A, eſt, ou comme ſur un *Plan immobile*, ou comme ſur un Plan qui ſe meut contre la direction du Corps frappant.

Il n'y a donc plus de diagonale; & la percuſſion que l'œil reçoit, eſt toute entiere dans la direction *d* A du Rayon lumineux. L'Etoile A eſt donc encore vue dans ſon vrai lieu A.

1334. REMARQUE. Il eſt très-vraiſemblable que le *Rayon lumineux* qui frappe actuellement mon œil, quand je regarde une Etoile, eſt ſorti du ſein de cette étoile depuis plus d'un an : puiſque la propagation de la Lumiere eſt ſucceſſive; & qu'un Rayon qui

parcourt environ trente-quatre millions de lieues en un demi-quart d'heure, doit mettre plus d'un an à franchir l'immenſe intervalle qui ſépare de nous, les Etoiles les moins éloignées. (1163).

Mais la durée plus ou moins longue du tems employé par le Rayon de lumiere, à paſſer de l'Etoile à mon œil en *d* & en *b*, ne change en rien la poſition de cette Etoile : par la raiſon que cette *Etoile A* étant immobile, ſe trouve aujourdhui préciſément au même point où elle ſe trouvoit il y a dix mois, il y a trente ans, il y a mille ans. (*Fig.* 37).

Il eſt donc indifférent que le Rayon A *d*, qui la peint dans mon œil & me la rend viſible en A, quand je me trouve en *d*, ſoit parti de l'Etoile A, ou depuis un ſeul inſtant, ou depuis pluſieurs mois, ou depuis pluſieurs années.

En ſuppoſant que l'*Etoile* A ſoit ſimplement à 3000000000000 lieues de la Terre (1340); & que le rayon ou le ballon de lumiere qui part actuellement de ſon ſein, parcoure uniformément trente-quatre millions de nos lieues communes dans chaque demi-quart d'heure (895) : on trouvera par le calcul, que ce Rayon n'arrivera à la Terre, que dans ſeize ou dix-ſept mois. Cette Etoile A eſt ſuppoſée être une des plus voiſines de la Terre.

1335. COROLLAIRE II. *Les Etoiles qui ſont dans les poles de l'Ecliptique, doivent paroître décrire un petit Cercle autour de leur vrai lieu, chaque année : ſans jamais être vues dans leur vrai lieu.* (Fig. 38).

DÉMONSTRATION. Autour du Soleil S, ſoit *a b d a* l'Ecliptique ou l'Orbe annuel de la Terre : ſoit auſſi R une Etoile dans le Pole auſtral ou boréal de l'Ecliptique.

I°. Que l'Œil de l'Obſervateur, toujours dirigé vers l'Etoile R, ſoit emporté dans l'Ecliptique de *a* en *v*. L'Etoile R ſera vue en *m*, dans la diagonale *r a m*. (1332).

Quand cet Œil ira de *b* en *c* : l'Etoile R ſera vue en *n*, dans la diagonale *x b n*. Quand ce même Œil ſera en *d* : la même étoile R ſera vue en *o*, dans la diagonale *t d o*.

Cette étoile R, pendant la révolution de la Terre & de l'Œil, paroîtra donc avoir décrit la Courbe *m n o m*, autour de ſon vrai lieu R; ſans jamais être vue dans ſon vrai lieu : puiſque la direction du Rayon lumineux qui frappe l'œil, & la direction de la Terre qui emporte l'œil, ne coïncident jamais; & forment toûjours entre elles un même Angle, qui eſt toûjours ſenſiblement droit.

Cette Courbe *m n o n*, ſera ſenſiblement un Cercle : puiſque toutes les Diagonales qui la forment, ont la même inclinaiſon ſur le Plan de l'écliptique; ou plûtôt, puiſqu'elle eſt formée par la révolution d'une même Diagonale, toûjours inclinée d'environ vingt Secondes de degré, ſur la circonférence & ſur le plan de l'Ecliptique.

II°. La diſtance de la Terre au Soleil, étant comme nulle, en comparaiſon de la diſtance des Etoiles à la Terre, (*Fig.* 40) :

On peut conſidérer un Œil qui ſe meut autour de l'Ecliptique *a d b c a*, comme ſe mouvant ſur lui-même au centre de l'Ecliptique :

Ou comme ſe mouvant ſur lui-même en A, toûjours animé d'une tendance AB au mouvement, & toujours frappé dans la direction AR par un Rayon parti d'une Etoile C. (*Fig.* 41).

Il eſt clair que cet Œil, en tournant ſur lui-même en A, verroit toujours l'Etoile C à l'extrémité de la Diagonale *P A Z*, dont la révolution décriroit dans le Ciel le Cercle ZYZ, autour du vrai lieu C de l'Etoile.

1336. COROLLAIRE III. *Les Etoiles qui ſont placées*

*entre le Plan & les Poles de l'Ecliptique, paroîtront décrire autour de leur vrai Lieu, une Ellipſe dont le grand Axe ſera parallele à l'Ecliptique.* (Fig. 37 & 38).

EXPLICATION. Les Etoiles qui ſont dans le plan de l'Ecliptique, décrivant une *petite Ligne d'aberration:* celles qui ſont dans les poles de l'Ecliptique, décrivant un petit *Cercle d'aberration:*

On conçoit facilement que les Etoiles qui ſe trouvent ſituées entre les poles & le plan de l'Ecliptique, doivent conſerver la *même grandeur d'Aberration en longitude*, parallelement à l'Ecliptique, vers l'orient & vers l'occident:

Mais que la *grandeur d'Aberration en latitude*, vers les poles & vers le plan de l'Ecliptique, doit être d'autant plus petite, que l'Etoile eſt plus près du plan d'Ecliptique, où l'Aberration eſt nulle en latitude; d'autant plus grande, que l'Etoile eſt plus près des poles de l'Ecliptique, où l'Aberration en latitude, eſt égale à l'aberration en longitude.

Ce dernier Corollaire eſt, comme on voit, une ſuite & une dépendance des deux Corollaires précédens.

Nous ne nous arrêterons pas ici à examiner comment, ſelon les Loix de l'Optique, l'*Aberration*, dans ces trois cas, doit être projettée & vue dans le Ciel conſidéré comme un Plan: parce que cette Recherche eſt indifférente & étrangere au fond de l'Explication que nous avions à donner.

## *PARALLAXE DE L'ORBE ANNUEL.*

1337. OBSERVATION. Nous avons remarqué ailleurs, que *les Etoiles*, vues du centre ou de la ſurface de la Terre, ſont toujours rapportées au même point R du Ciel; & qu'en ce ſens & ſous ce point de vue; elles n'ont *aucune Parallaxe*. (Fig. 13).

La raiſon en eſt, que la Parallaxe *m n* d'un Aſtre, eſt d'autant plus petite, que l'Aſtre eſt plus éloigné du centre de la Terre (1212); & que la diſtance des Etoiles au centre de la Terre, étant comme infiniment grande, en comparaiſon de la diſtance de la ſurface terreſtre au centre de la Terre, la *parallaxe des Etoiles*, ne peut être qu'infiniment petite; & qu'une quantité infiniment petite, eſt toujours & doit toujours être ſenſiblement nulle.

Mais ſi le rayon ou le demi-diametre de la Terre, eſt une quantité nulle ou infiniment petite, par rapport à l'éloignement des Etoiles : le rayon & le diametre de l'*Orbite terreſtre*, ſont-ils auſſi une quantité abſolument nulle ou infiniment petite, par rapport à l'éloignement des Etoiles les plus voiſines de notre Globe? Non : ainſi que nous allons l'expliquer & le faire entendre.

1338. EXPLICATION. Autour du Soleil S, ſoit *a b c d a* l'Orbite annuelle de la Terre, dont le diametre *d* S *b* eſt d'environ ſoixante-huit millions de nos lieues communes. (*Fig.* 37).

Soit auſſi une *Etoile A*, de la premiere grandeur, dans le plan de cette Orbite qui eſt l'Ecliptique. Soient encore un Œil en *b*, un autre œil en S, un troiſieme œil en *d*, dirigés tous les trois vers l'Etoile A.

Nous avons fait voir précédemment que l'œil en *b* & en *d* voit l'Etoile A, comme s'il étoit en repos & ſans aucun mouvement (1333).

I°. Comme il y a une eſpace infini au-delà de l'Etoile A : *ces trois Yeux*, équivalemment immobiles, verront la même Etoile A, en trois points différens de cet eſpace infini. (912).

L'œil S la verra en Y; l'œil *b* la verra en X; l'œil *d* la verra en Z.

II°. Delà, la *parallaxe de cette Etoile*, dans l'Orbe

annuel : parallaxe très-petite, qui avoit échappé à tous les Obſervateurs des ſiecles antérieurs, mais qui a été enfin découverte par les modernes Obſervateurs; & qui, ſelon les Réſultats qu'en donne l'Abbé de la Caille, dans ſes ſavantes & profondes Leçons d'Aſtronomie, eſt telle que l'*Angle parallactique XAZ*, au centre des plus belles Etoiles que l'on juge les moins éloignées de la Terre, eſt d'environ trois ou quatre Secondes de degré.

1339. DÉFINITION. On nomme *parallaxe de l'Orbe annuel*, la différence entre le vrai lieu d'un Aſtre, vu du centre du Soleil, & ſon lieu apparent, vu de la Terre. (*Fig.* 37).

I°. L'Etoile A, immobile dans le plan de l'Ecliptique, n'aura point de parallaxe : quand la Terre ſera en *a* & en *c*. Alors elle ſera vue en Y : comme ſi elle étoit vue du centre du Soleil S.

II°. Mais quand la Terre étant en *b* ou en *d*, l'Etoile A ſe trouve en quadrature avec le Soleil, ou à 90 degrés du Soleil : alors cette Etoile a ſa plus grande parallaxe.

Par exemple, la Terre étant en *b*; la parallaxe de l'Etoile A, eſt l'angle XAY, ou l'angle oppoſé au ſommet & égal SA *b*. Cet Angle, au centre des plus belles Etoiles, eſt d'environ deux Secondes de degrés, au plus.

III°. Si l'Etoile A, toujours également éloignée de la Terre, au lieu de ſe trouver dans le plan, ſe trouvoit dans les poles de l'Ecliptique : elle auroit toujours la même parallaxe, en quelque point de ſon orbite que ſe trouvât la Terre.

IV°. Si cette Etoile A s'éloignoit de la Terre : ſa parallaxe deviendroit d'autant plus petite que ſon éloignement deviendroit plus grand. Ainſi la *Parallaxe* n'eſt point la même, pour toutes les Etoiles.

1340. PROBLÊME. *Etant donnée la Parallaxe d'une Etoile en quadrature avec le Soleil : trouver sa distance de la Terre.* (Fig. 37).

SOLUTION. La Terre étant en *b*, & l'Etoile en A dans le plan ou dans les poles de l'Ecliptique, à quatre-vingt-dix degrés du Soleil : on aura le Triangle rectangle A S *b*, dans lequel on connoît l'angle A S *b*, qui est de 90 degrés ; l'angle S A *b*, qui est donné & que je suppose de 2 secondes ; & le côté S *b*, qui est la distance de la Terre au Soleil, distance connue & qui est d'environ trente quatre millions de nos lieues communes de France. (1221).

I°. La même Méthode qui fait trouver la distance de la Lune ou du Soleil à la Terre (1220), fera trouver la distance de l'Etoile A à la Terre, par le moyen de cette proportion :

Le Sinus connu de l'Angle S A *b* de 2 secondes, est au côté opposé & connu S *b* de 34 millions de lieues ; comme le Sinus connu de l'angle droit A S *b*, est à un quatrieme Terme qui exprimera la grandeur du côté *b* A, ou la distance de la Terre à l'Etoile en question :

Et en exprimant en chiffres cette même proportion (*Math.* 718), on aura celle-ci : 96971 ; 34000000 : : 1000000000 . *x*.

II°. En divisant le produit des deux Moyens par le premier Extrême : on aura un Quotient qui donnera le quatrieme Terme inconnu, ou la distance de l'Etoile à la Terre. Ce quatrieme Terme sera d'un peu plus de 3,500,000,000,000 lieues.

III°. Si l'Etoile A se trouve plus éloignée : l'*Angle parallactique* S A Z sera plus petit, & donnera un Diviseur moindre ; d'où résultera un plus grand Quotient, qui exprimera une plus grande distance.

Si l'Etoile A se trouve moins éloignée : l'Angle parallactique sera un peu plus grand & donnera un plus

grand Diviſeur ; d'où réſultera un Quotient plus petit, qui exprimera une diſtance moins grande.

IV°. D'après ces calculs, la diſtance des plus belles Etoiles, de celles qui très-vraiſemblablement ſont les moins éloignées de la Terre, eſt au moins de trois ou quatre Trillions de nos lieues communes.

En ſuppoſant que l'Angle parallactique Y A Z ou S A *b*, eſt de deux Secondes de degré : cette diſtance ſera d'un peu plus de trois Trillions & demi de nos lieues communes.

Et en ſuppoſant que ce même Angle parallactique ne ſoit que d'environ une Seconde & trente Tierces de degré : cette diſtance ſera encore très-notablement plus grande. C'eſt à peu près, tout ce que l'on peut avoir de lumieres à cet égard. (1163).

## SECONDE PROPOSITION FONDAMENTALE.

¶341. *La Terre eſt une vraie Planete ; qui en faiſant ſes révolutions diurnes autour de ſon Axe, fait ſes révolutions annuelles autour du Soleil immobile ou comme immobile au centre du Monde planétaire.*

DÉMONSTRATION. Une foule de Raiſons déciſives, de Preuves démonſtratives, dont les unes ont plus & les autres moins de force, mais dont l'enſemble forme *une Démonſtration complette*, concourent à établir le mouvement de la Terre & le repos du Soleil.

Quoique ces Preuves & ces Raiſons aient déjà été expoſées & développées ſucceſſivement en différens endroits de cet Ouvrage : il ne ſera pas inutile de les raſſembler ici en précis, ſous un même point de vue ; pour porter comme un Torrent concentré de lumiere & d'évidence, ſur un *Fait fondamental* qui doit à jamais ſervir de baſe à toute ſaine Phyſique. Nous ferons voir bientôt que l'*Écriture ſainte* ne dit

rien d'inconciliable avec le mouvement de la Terre, ſoit autour de ſon Axe, ſoit autour du Soleil.

Voici donc en précis, les Raiſons déciſives & les Preuves démonſtratives, dont l'enſemble établit invinciblement le mouvement de la Terre autour de ſon Axe & autour du Soleil. (*Fig.* 10 & 4).

I°. Les *viciſſitudes périodiques du Jour & de la Nuit* : premiere Preuve déciſive & démonſtrative! Une ſimple révolution de la Terre autour de ſon Axe, diſpenſe le Soleil, les Planetes, & ſur-tout les Etoiles, de ſe mouvoir autour de la Terre en vingt-quatre heures, d'orient en occident; avec une vîteſſe plus qu'inutile, plus qu'inconcevable, plus que révoltante. (1164 & 1313).

II°. Le *retour périodique des Saiſons* : ſeconde Preuve déciſive & démonſtrative! Une ſimple révolution de la Terre autour du Soleil (1314), diſpenſe le Soleil de ſe porter biſarrement du midi au nord & du nord au midi, par le moyen d'une foule de *Révolutions ſpirales* dont la Cauſe eſt inconcevable, dont le Mécaniſme heurte toutes les Loix du mouvement, dont l'Explication devroit être évidemment cherchée hors de toutes les Loix connues de la Nature : enſorte que ſi le Soleil ſe meut réellement autour de la Terre & de l'Ecliptique; il faut néceſſairement que l'Auteur de la Nature, le meuve par un ſoin ſpécial & perſévéramment miraculeux, par un Mécaniſme & ſelon des Loix qui n'aient rien de commun avec le Mécaniſme du reſte des Corps, du reſte de l'Univers.

III°. La *préceſſion des Equinoxes* : troiſieme preuve déciſive & démonſtrative! Un ſimple *Mouvement coniquement rétrograde*, dans l'Axe PTM de la Terre, mouvement dont la Cauſe phyſique toujours ſubſiſtante & toujours agiſſante n'eſt autre choſe que l'Attraction ou la Gravitation réciproque des Corps (1327), diſpenſe toute l'innombrable multitude des

Etoiles viſibles & inviſibles, de faire une révolution autour des poles de l'Ecliptique, d'occident en orient, dans le même tems qu'elles font une infinité de révolutions autour des poles du Monde, d'orient en occident: *deux Mouvemens* qui feroient de l'Univers, s'ils étoient réels, au lieu d'être ſimplement apparens, la Machine la plus groteſquement conſtruite, la plus biſarrement compliquée, qu'il ſoit poſſible de concevoir. (Fig. 6).

Quelle admirable ſimplicité rend à la Nature entiere, l'hypotheſe de la Terre-Planete: s'il eſt encore permis de donner le nom d'hypotheſe, à la Vérité la mieux établie de toute la Phyſique!

IV°. L'*Aberration des Fixes*: quatrieme Preuve déciſive & démonſtrative! Quelle nouvelle biſarrerie, quelle nouvelle complication, dans le Mouvement des Etoiles: ſi la Terre eſt immobile! Au milieu de leur Mouvement diurne, d'orient en occident, parallelement à l'Equateur; au milieu de leur Mouvement rétrograde, d'occident en orient, parallelement à l'Ecliptique; elles auront encore chaque année un *Mouvement d'aberration périodique*, autour de leur vrai lieu. Les unes décriront annuellement une petite Ligne, les autres un petit Cercle, les autres une petite Ellipſe; & le tout, pour quelle fin?

L'hypotheſe de la Terre-Planete, bannit de la Nature, tous ces *Mouvemens inutilement convulſifs*; dans leſquels ne ſe montre point la majeſtueuſe ſimplicité qui doit régner & qui regne en effet dans tous les ouvrages du ſage Architecte de l'Univers.

Dans cette Hypotheſe, l'aberration des Fixes, n'eſt qu'une *ſimple Illuſion optique*, occaſionnée par le Mouvement de la Terre autour du Soleil & dans l'Ecliptique. (1332).

V°. *Les Stations & les Rétrogradations des Planetes*: cinquieme Preuve déciſive & démonſtrative! Une

ſimple révolution de la Terre autour du Soleil, avec plus de vîteſſe que n'en ont les Planetes ſupérieures, avec moins de vîteſſe que n'en ont les Planetes inférieures, diſpenſe toutes les Planetes des ineptes & révoltantes Contorſions qu'elles ſont obligées de prendre perſévéramment pendant tout le cours de leurs révolutions, dans l'hypotheſe de la Terre immobile; & rend leurs mouvemens auſſi ſimples, auſſi naturels, auſſi dépendans des Cauſes phyſiques, que l'eſt le mouvement d'une Bombe ou d'un Boulet de canon, dont une combinaiſon de Force projectile & de force centrale détermine la Courbe.

Dans le ſyſtême de la Terre-Planete, les Planetes ſupérieures & inférieures ſont toujours directes; ne ſont jamais ſtationnaires, jamais rétrogrades. Leurs Stations & leurs Rétrogradations ne ſont que de ſimples apparences, que de *ſimples Illuſions optiques;* dont on aſſigne & dont on démontre la vraie Cauſe phyſique. (1317).

VI°. Les *fameuſes Loix de Képler :* ſixieme Preuve déciſive & démonſtrative! Selon la théorie des Forces centrales, ſelon la ſeconde Loi de Képler, qui n'eſt autre choſe qu'une Loi générale & fondamentale de la Nature : tous les Corps qui ſe meuvent autour d'un même Centre, ont *les quarrés de leurs Tems périodiques,* proportionnels aux *cubes de leurs moyennes Diſtances.* (1261 & 1303).

Or, ſi la Terre eſt immobile : il eſt clair que la Lune & le Soleil ſe meuvent autour de la Terre. Donc le quarré du Tems périodique de la Lune, devroit être au quarré du Tems périodique du Soleil; comme le cube de la moyenne diſtance de la Lune à la Terre, eſt au cube de la moyenne diſtance du Soleil à la Terre : ce qui eſt évidemment faux & totalement oppoſé à la réalité, comme il eſt facile de s'en convaincre par un fort ſimple calcul. (*Fig.* 33 & 4).

Car, ſi les cubes des moyennes diſtances de la Lune & du Soleil à la Terre, étoient entre eux comme les quarrés de leurs Tems périodiques : les *moyennes Diſtances de ces deux Globes*, devroient être entre elles, comme les Racines cubiques des quarrés de leurs Tems périodiques. (1262).

Mais d'abord, la Lune fait ſa révolution périodique en un mois : le quarré de cette période 1 eſt 1 ; & la racine cubique de ce quarré eſt 1.

Enſuite, le Soleil fait ſa révolution périodique en 12 mois : le quarré de cette période 12 eſt 144 ; & la racine cubique de ce quarré eſt 5 & un peu plus.

D'où il s'enſuit que la moyenne diſtance de la Lune à la Terre, devroit être à la moyenne diſtance du Soleil à la Terre, environ comme 1 eſt à 5 : tandis qu'il eſt démontré par les Obſervations aſtronomiques, que la moyenne diſtance de la Lune à la Terre, eſt à la moyenne diſtance du Soleil à la Terre, comme 1 eſt à 400, à peu près. (1220 & 1221).

Il eſt certain que cette *ſeconde Loi de Képler*, s'obſerve & ſe vérifie à l'égard de tous les Corps céleſtes, Planetes ou Cometes, qui font leurs révolutions autour du Soleil ; à l'égard de tous les Satellites qui tournent autour d'une même Planete principale ; & la théorie des Forces centrales, démontre que cette même Loi doit avoir lieu à l'égard de tous les Corps quelconques, qui décrivent une *Courbe rentrante ſur elle-même*, autour d'un même Centre de mouvement. (1261 & 1303).

On demande donc aux Partiſans de la Terre immobile, pourquoi cette Loi générale de la Nature, ne s'obſerve pas dans les mouvemens de la Lune & du Soleil autour de la Terre : ſi un *Mouvement réel* emporte ces deux Aſtres autour de la Terre immobile ? Quelle raiſon a pu avoir l'Auteur de la Nature, pour ſouſtraire le Soleil à une Loi commune à tous les Corps

Corps ; à une Loi générale, à laquelle un Phyſicien inſtruit & éclairé ne peut attribuer une *Exception réelle* dans un cas particulier, qu'en vertu d'une démonſtration irréfragable qui établiſſe néceſſairement une telle exception ?

Ainſi, en deux mots, le Soleil ne peut avoir un *Mouvement diurne & annuel autour de la Terre ;* ſans déroger aux Loix générales de la Nature & du Mouvement : donc le Soleil n'a point un tel mouvement autour de la Terre.

VII°. L'*Analogie de la Terre avec les Planetes :* ſeptieme preuve déciſive & démonſtrative ! Opaque comme elles, ſenſiblement ſphérique comme elles, plus petite que quelques-unes d'entre elles ; pourquoi la Terre auroit-elle été choiſie de préférence, pour être le centre de tous les Mouvemens céleſtes ?

Tandis que les autres Planetes roulent autour de leur axe pour ſe procurer l'aſpect ſucceſſif du Soleil, la viciſſitude du Jour & de la Nuit : pourquoi la Terre ſera-t-elle exempte de la Loi commune aux Corps de ſon eſpece ?

Pourquoi faudra-til que le Soleil, que toutes les Planetes, que toutes les Cometes viſibles, que toutes les Etoiles, faſſent chaque jour comme leur ronde autour de la Terre : pour procurer ſucceſſivement à ſes différens Points, n'étant elle-même qu'*un Point inſenſible dans l'Univers*, le pompeux ſpectacle d'une ſi inconcevable & ſi étrange révolution ?

L'Auteur de l'Univers, qui aſſortit les choſes dans la Nature, qui rapporte les parties au Tout & non le Tout aux parties, qui produit de grands effets à peu de frais & non de petits effets à très-grands frais, auroit-il donc renverſé en ce point, & l'ordre des choſes, & l'ordre de nos idées ? Auroit-il aſſorti & rapporté un Tout & un Tout comme infiniment grand, à une partie & à une partie comme infiniment

petite de ce Tout ? Auroit-il voulu mouvoir une infinité de Machines, avec des mouvemens infiniment rapides & infiniment compliqués : pour procurer à un *Atome de l'Univers*, un ſpectacle dont cet Atome peut jouir par une ſimple révolution autour de Lui-même, & autour d'un Aſtre autour duquel tournent tous les Atomes voiſins de ſon eſpece ?

VIII°. L'*Applatiſſement des Poles & le renflement de l'Equateur* : huitieme Preuve déciſive & démonſtrative ! Si la Terre eſt immobile ; pourquoi les eaux de la Mer ſont-elles élevées d'environ ſept lieues de plus ſous l'équateur ABA, que ſous les poles N & M: tandis que, ſelon les Loix de l'Hydroſtatique, elles doivent ſe mettre par-tout de niveau ? Ce phénomene, qui ne ſouffre aucune explication dans l'Hypotheſe de la Terre immobile, n'eſt qu'une ſimple conſéquence du *Mouvement diurne* de la Terre autour de ſon axe NCM. (*Fig.* 61).

Car, en roulant ſur ſon axe NCM, d'occident en orient, la Terre imprime néceſſairement à toutes ſes parties, à tous les corps quelconques qui la conſtituent, une *Force centrifuge*, oppoſée à la Peſanteur ou à la Force centripete qui les fait tendre vers ſon centre. Cette Force centrifuge eſt d'autant plus grande, que chaque partie a plus de vîteſſe ; & chaque partie a une vîteſſe proportionnelle à ſa diſtance de l'Axe NCM autour duquel ſe font les révolutions diurnes de toute la Maſſe terreſtre. (1295).

Donc la Force centrifuge doit être très-grande ſous l'équateur, plus petite dans les zones tempérées, nulle ſous les poles. Donc, pour qu'il y ait équilibre entre les Mers de l'équateur & les Mers des poles : il faut que les Colonnes d'eau aient plus de hauteur CA ſous l'équateur, où la Force centrifuge diminue la peſanteur de toutes les parties aqueuſes ; & qu'elles aient moins de hauteur CN ou CM ſous les poles, où

la Force centrifuge étant nulle, ne diminue aucunement la peſanteur des parties aqueuſes.

Donc le renflement de l'Equateur, démontre le mouvement de la Terre autour de ſon axe : comme une foule d'autres phénomenes, démontrent le mouvement de la Terre autour du Soleil.

1341. II°. REMARQUE. Telles ſont les principales Raiſons déciſives & démonſtratives, ſous leſquelles a enfin ſuccombé & diſparu, chez les Philoſophes, le *Préjugé populaire* qui fixoit aveuglément la Terre immobile au centre de l'Univers ; & qui ont procuré à l'Univers, le mérite de paroître un Ouvrage digne de l'infinie Sageſſe qui le forma. (*Fig.* 4).

Le *mouvement de la Terre*, n'eſt plus un problême chez les Aſtronomes, chez les Phyſiciens de quelque réputation : c'eſt un Point fixe & décidé, ſur lequel le doute ſemble même n'être plus permis, dès qu'on aſpire à ne point paroître entiérement novice en genre de Phyſique.

Une hypotheſe eſt démontrée vraie & réelle : quand il eſt évident qu'elle cadre avec tous les phénomenes de la Nature ; & que ces phénomenes de la Nature, deviennent abſurdes hors de cette hypotheſe. Or, telle eſt l'hypotheſe de la Terre-Planete.

S'il faut d'autres Preuves, pour démontrer que l'hypotheſe de la Terre-Planete, eſt vraie & réelle : on demande au plus obſtiné Pyrrhoniſme, quelles autres Preuves pourroient en établir & en conſtater la réalité.

On peut faire, contre les *trois Mouvemens de la Terre* (1196), quelques *frivoles Objections* : qui, victorieuſement réfutées & pleinement détruites, acheveront de mettre en évidence, la théorie des Copernic, des Képler, des Newton, de tous les Aſtrono-

mes modernes, ſur le ſyſtême ou l'arrangement de ce viſible Univers.

### *OBJECTIONS A RÉFUTER.*

1342. OBJECTION I. Du *Mouvement de la Terre autour de ſon Axe & autour du Soleil*, réſulteroient des Conſéquences évidemment inadmiſſibles, évidemment oppoſées aux Phénomenes que nous préſente ſans ceſſe autour de nous, la plus ſenſible expérience.

1°. Si la Terre tournoit chaque jour ſur ſon Axe: tous les Corps poſés ſur ſa ſurface & détachés de ſa maſſe, tels que les eaux, les ſables, les cailloux, les navires, les hommes, les brutes, devroient s'échapper par la tangente; & ſe diſſiper au loin dans l'immenſité des Cieux. Car ſoit, par exemple, un *Homme aſſis en P dans ſon fauteuil*, ſur l'Equateur terreſtre. (*Fig.* 61).

Si la Terre tourne chaque jour ſur ſon Axe NCM: cet homme P, indépendamment de ſon Mouvement annuel autour du Soleil, a un Mouvement diurne autour de l'axe de la Terre; qui lui fait parcourir environ 9000 lieues par jour, 375 lieues par heure, 6 lieues & un quart par minute, environ 238 toiſes par ſeconde.

Donc cet homme a une vîteſſe au moins deux fois & un tiers plus grande, que celle d'un Boulet de canon qui bat en breche (391). Donc cet homme, en vertu de cette étonnante vîteſſe, devroit avoir une Force centrifuge, capable de le jetter par la tangente, bien loin de la ſurface terreſtre, dans l'immenſité des Cieux.

II°. Si la Terre tournoit en un an, autour du Soleil: ce *même homme P*, ſeroit d'ailleurs livré au même Mouvement qui emporte la Terre annuellement autour de cet Aſtre; à un Mouvement 140 fois plus rapide que celui d'un Boulet de canon qui bat en breche. (1332).

Il devroit donc être jetté bien loin de la Terre, par la Force centrifuge qui doit naître des *deux Mouvemens* auxquels on le ſuppoſe en priſe.

RÉPONSE. Il n'eſt pas rare de trouver des *Perſonnes peu conſéquentes & peu philoſophes*, qu'effarouchent & que révoltent abſurdement ces *deux Mouvemens de la Terre*; & que ne révoltent & n'effarouchent aucunement les Mouvemens immenſement plus rapides, qu'elles ſont viſiblement obligées d'attribuer au Soleil, aux Planetes, & ſur-tout aux Etoiles, dans leur aveugle & abſurde perſuaſion ſur l'immobilité de la Terre. Qu'y faire?

I°. Le *Mouvement diurne de la Terre autour de ſon axe*, ne doit point diſſiper au loin les Corps terreſtres, par la tangente à la Terre. (*Fig.* 61).

Car les Corps terreſtres qui ont le plus de vîteſſe dans cette révolution diurne, ne parcourent en ABA, que 238 toiſes par ſeconde: ce qui ne leur donne qu'une Force centrifuge capable de les éloigner pendant une Seconde de tems, de ſept ou huit lignes, du centre de la Terre (*Math.* 534): tandis que leur Force centripete ou leur Peſanteur tend à les rapprocher du centre de la Terre, d'environ quinze pieds en une Seconde. (248).

Ces Corps APBX, doivent donc reſter appliqués à la Surface terreſtre, en vertu de leur force centripete, incomparablement plus grande que leur force centrifuge.

II°. Le *Mouvement annuel de la Terre autour du Soleil*, ne doit point diſſiper au loin dans l'immenſité des Cieux, les Corps terreſtres, par la tangente à l'Orbite terreſtre. (*Fig.* 10).

La raiſon en eſt, que le *centre de la Terre*, a le même mouvement annuel que les Corps poſés ſur ſa ſurface; & que le centre & la ſurface de la Terre, ſont

animés d'une Peſanteur ou d'une Force centripete vers le Soleil, qui contrebalance toujours la Force centrifuge née du Mouvement projectile qui tend à les emporter par la tangente. (1285).

1343. OBJECTION II. Si la Terre tournoit ſur ſon axe avec la vîteſſe que nous lui attribuons:

I°. Ce Mouvement de rotation, devroit ſe faire ſentir; & nous faire éprouver ſans ceſſe, de ces tournoiemens de tête, qu'occaſionne un mouvement de rotation rapide. Nous devrions d'ailleurs être continuellement en butte à la réſiſtance de l'Air; à une réſiſtance ſemblable, mais immenſement ſupérieure à celle que produiroient ſur nous, les plus violens ouragans. (*Fig.* 10 & 61).

II°. Un *Oiſeau* qui s'élance de ſon Nid dans l'Air, vers l'occident, devroit ne plus retrouver ſon nid; qui s'enfuit avec une immenſe vîteſſe vers l'orient. Une *Balle de fuſil*, tirée verticalement vers notre zénith, devroit retomber, non perpendiculairement ſur notre tête, mais obliquement ſur un point fort éloigné vers l'occident.

III°. Un *Boulet de canon*, devroit foudroyer un Mur placé à l'orient; & ne produire aucun ravage ſur un mur placé à l'occident. La raiſon en eſt, que dans le premier cas, ce Boulet de canon frapperoit le mur avec la vîteſſe de la Terre, plus la vîteſſe que lui imprime la Poudre enflammée: au lieu que dans le ſecond cas, ce même Boulet de canon ne tendroit contre le mur qu'avec la vîteſſe que lui imprime la Poudre, moins la vîteſſe plus grande & oppoſée que lui donne la révolution de la Terre.

Or, rien de tout cela n'arrive: donc le mouvement de la Terre autour de ſon Axe & autour du Soleil, eſt une pure fable, que détruiſent les plus ſimples Obſervations.

RÉPONSE. La révolution de la Terre autour de ſon Axe & autour du Soleil, ne doit produire aucun des effets dont il eſt queſtion dans cette ſeconde Objection : comme il eſt facile de le démontrer & de le faire ſentir. (*Fig.* 10).

I°. Nous ne devons point appercevoir le mouvement de *rotation qui exiſte dans la Terre :* parce que tous les Corps qui terminent & qui fixent notre vue pendant cette révolution, tournent avec nous, & conſervent toujours la même poſition à notre égard. N'ayant aucune ſenſation qui nous avertiſſe de notre déplacement continuel, nous ſommes ſans ceſſe déplacés, ſans nous en appercevoir.

Tel un homme enfermé dans les entrailles d'un Vaiſſeau ténébreux ou éclairé, pendant un tems de Tempête, fait cent lieues en un jour du nord au midi ou du levant au couchant; ſans ſavoir ſi la Tempête le déplace, ou ſi elle ſe borne à le tourmenter dans la même Plage : parce que dans le petit eſpace qui l'enferme, rien ne lui occaſionne des ſenſations qui puiſſent l'inſtruire de la Route qu'il ſuit, & du Mouvement qui l'emporte loin du Lieu ou loin du Point de l'eſpace où il ſe trouvoit avant la Tempête.

II°. Nous ne devons point éprouver de ces *Tournoiemens de tête*, qu'occaſionne une révolution rapide & ſoutenue autour d'un même Centre, pris dans notre corps ou non loin de notre corps.

Quand nous tournons rapidement ſur un même point ou autour d'un même point peu éloigné : il eſt clair que notre ſang, que nos humeurs, que nos eſprits vitaux, doivent prendre néceſſairement un *Mouvement centrifuge*, proportionnel à la rapidité de notre révolution; & que ce Mouvement centrifuge, en vertu duquel tous nos Fluides tendent par-tout à s'échapper avec violence hors de notre Corps comme par autant de tangentes à notre révolution, doit dé-

ranger leur cours naturel, renverſer l'économie animale, altérer toute l'harmonie de la nature, troubler tout le jeu régulier des divers organes d'où dépendent les fonctions de l'Ame.

Mais rien de ſemblable ne doit naître du Mouvement diurne de la Terre: puiſque nous ne faiſons qu'une ſimple révolution autour de nous-mêmes en vingt-quatre heures; & que pendant cette révolution, dont toutes les petites portions ſont ſenſiblement des lignes droites (*Math.* 534); toutes les parties de notre Corps ſont modérément & uniformément infléchies & détournées de la Tangente, par un ſimple Mouvement de gravitation qui leur eſt naturel & commun, qui n'a rien de bruſque & de violent, qui ne peut par conſéquent interrompre & altérer en aucune maniere l'harmonie & le jeu naturel de nos organes.

III°. Nous ne devons point éprouver de *Réſiſtance ſenſible* de la part de la maſſe de l'Air: parce que dans le Vide ou dans un Milieu nullement réſiſtant, l'Atmoſphere qui environne la Terre, quelle que ſoit ſa hauteur (743), tourne avec la Terre & avec Nous, d'un mouvement commun.

Tel, ſur un Vaiſſeau, un Poiſſon placé dans un petit Baſſin plein d'eau, eſt emporté par le mouvement rapide du Vaiſſeau: ſans que l'eau dans laquelle il nage en liberté, lui faſſe éprouver aucune réſiſtance inſolite & ſenſible.

IV°. Si l'Atmoſphere terreſtre ne tournoit pas avec la Terre: un *Oiſeau qui s'élance de ſon nid*, dans l'air, ſe trouveroit en moins d'une minute, à pluſieurs lieues de ſon nid. Mais comme l'Atmoſphere a préciſément le même mouvement de révolution que la Terre: l'Oiſeau ne s'éloigne de ſon nid, que de la quantité que ſon Vol ajoute ou retranche au mouvement de l'Atmoſphere qui l'entraîne & l'emporte avec elle.

Tel, ſur l'immenſe Fleuve des Amazones, un Sauvage s'élance de ſon Canot dans le milieu de l'eau; & nage, ou dans la direction du fleuve, ou contre la direction du fleuve. S'il nage dans la direction du fleuve : ſon effort aboutit à devancer ſon canot qui le ſuit emporté par le fleuve. S'il nage contre la direction du fleuve : ſon effort aboutit à le ſouſtraire à une partie du mouvement du fleuve qui l'emporte avec ſon canot ; & à l'éloigner d'autant de ſon canot qui le précede.

Si ce Sauvage ne s'apperçoit pas du mouvement du fleuve; il croira n'avoir fait d'autre trajet, que celui qui le ſépare de ſon Canot : tandis qu'un autre mouvement qui échappe à ſon attention, l'a emporté lui & ſon canot, bien loin de l'endroit où il s'eſt précipité dans l'eau.

V°. Une *Balle de plomb*, tirée verticalement vers le zénith par un Fuſil immobile & perpendiculaire à l'horiſon, ne doit point tomber en arriere, mais dans la bouche même du fuſil. La raiſon en eſt, que cette Balle part du fuſil, animée d'un *double Mouvement ;* du mouvement de la Terre par la tangente, & du mouvement que lui imprime la poudre enflammée perpendiculairement à cette tangente; & que ce double mouvement doit la conduire par une double diagonale, ou plutôt par une double Parabole, au Point même d'où elle eſt partie. (350).

Quoique cette Balle, en montant & en deſcendant dans l'Atmoſphere, parcoure réellement une double Parabole; elle paroîtra toujours monter & deſcendre perpendiculairement, à un Œil placé ſur la bouche du fuſil : parce qu'en montant & en deſcendant obliquement par une infinité de diagonales, elle ſe trouve toujours dans le zénith de l'œil qui change à chaque inſtant de zénith, ainſi que la balle.

Si cette Balle eſt élaſtique, & qu'elle tombe ſur

un plan horiſontal capable de la réfléchir: ce Plan en mouvement, lui imprimera de nouveau un Mouvement ſemblable à celui qu'elle tenoit du fuſil, quand la poudre l'en a chaſſée; & ce mouvement ſera encore vertical ſenſiblement & en apparence, quoiqu'il ne ſoit point tel mathématiquement & en réalité.

On peut dire la même choſe, de la chûte perpendiculaire de tous les Corps ſur la ſurface terreſtre.

IV°. Un *Boulet de canon*, doit produire le même effet contre un Mur placé à l'orient ou à l'occident.

Le Boulet qui bat un *Mur placé à l'orient*, a le mouvement de la Terre, plus le mouvement que lui imprime la poudre. Mais le Mur oppoſé s'enfuit devant lui & ſe ſouſtrait à ſa percuſſion, ſelon toute la vîteſſe de la Terre: il ne doit donc recevoir qu'une percuſſion proportionnelle au mouvement imprimé par la Poudre.

Le Boulet qui bat un *Mur placé à l'occident*, a le mouvement que lui imprime la Poudre, moins le mouvement de la Terre. Mais le Mur oppoſé avance & ſe porte contre lui, avec tout le mouvement de la Terre; & la percuſſion eſt encore, comme dans le cas précédent, proportionnelle au mouvement imprimé par la Poudre. (323).

Dans l'un & dans l'autre cas, l'Air oppoſe au Boulet une égale réſiſtance, & fait entendre un même ſifflement: parce que le Boulet ſe mouvant ou avec un plus de vîteſſe dans la direction de l'air, ou avec un moins de vîteſſe contre la direction de l'air, le traverſe & le déplace de même; infléchit fortement ſes molécules élaſtiques, & leur occaſionne la vibration & le frémiſſement d'où réſulte & d'où naît le Son. (753).

1344. OBJECTION III. Si la Terre tourne chaque

jour ſur ſon Axe, dans la direction A B C D A : dans douze heures, l'homme B aura la poſition de l'homme D ; & alors comment cet homme D ne tombera-t-il pas à l'infini de D en V, dans l'immenſité des Cieux ? (*Fig.* 11).

RÉPONSE. Nous avons déjà obſervé qu'*il n'y a proprement ni haut ni bas abſolu, dans l'Eſpace infini* (1289) : que les Corps terreſtres ont une tendance vers le centre de la Terre ; ſans tendre autrement ou à s'approcher du Nadir ou à s'éloigner du Zénith.

Ainſi, un homme ou un Corps quelconque, placé ſur la ſurface de la Terre, tend toujours efficacement vers le centre de la Terre, en vertu de ſa Gravitation ou de ſa Peſanteur AT, BT, CT, DT : ſans être expoſé en aucun point ſupérieur ou inférieur de la ſurface terreſtre, à être emporté dans la région des Etoiles, vers leſquelles il n'a aucune tendance ſenſible. (*Fig.* 11).

Tout le monde ſait qu'un Vaiſſeau parti de Londres ou de Breſt, & deſtiné à faire le *tour du Monde*, va côtoyant l'Amérique méridionale, paſſe par le Cap de Horn, traverſe l'immenſe Mer du Sud ſous les Antipodes de la France ou de l'Angleterre, arrive en Chine & aux Indes orientales, revient par le Cap de Bonne-Eſpérance à Breſt ou à Londres.

Pendant toute cette révolution autour du Globe terreſtre : ſa gravitation ou ſa peſanteur l'enfonce dans les eaux, & tend à le précipiter vers le centre de la Terre, à l'orient comme au couchant, aux Antipodes de Londres, comme à Londres même. Ainſi, ce Vaiſſeau en D, loin de tendre en V, tend vers un point diamétralement oppoſé, en T.

1345. OBJECTION IV. Si la Terre tournoit chaque année autour du Soleil dans l'Ecliptique : nous devrions avoir à chaque inſtant un *nouveau Pole* dans

le Ciel. Par exemple, ſuppoſons un Œil placé de part & d'autre en D & en F, à l'extrémité de l'Axe ſur lequel la Terre fait ſes révolutions diurnes : pendant que cet Axe terreſtre D F, toujours perpendiculaire au plan de l'Equateur CSX, parcourt l'écliptique PQRTP. (*Fig.* 10).

Quand la Terre eſt en Q : cet Œil D aura pour Pole céleſte, le point *m*. Quand ſix mois après, la Terre eſt en T : ce même Œil D aura pour Pole céleſte, le point *o*.

Or ces deux points ſont éloignés l'un de l'autre, d'environ ſoixante-huit millions de nos lieues communes, qui ſont la meſure du grand Axe de l'Orbite terreſtre, ou la double diſtance moyenne de la Terre au Soleil. (1186 & 1221).

RÉPONSE. La Terre, en parcourant l'Ecliptique, a réellement à chaque inſtant, un nouveau point du Ciel pour Pole : puiſque ſon axe *mm*, indéfiniment prolongé de part & d'autre, décrit dans le Ciel chaque année, un Cylindre *mom* dont le diametre eſt d'environ ſoixante-huit millions de lieues.

Mais comme le diametre *m* V *o* de ce Cylindre, ne ſous-tend dans le Ciel qu'un Arc d'environ trois ou quatre Secondes de degré ; ſelon les obſervations & les calculs des plus célebres Aſtronomes de ces derniers tems (1338) : il s'enſuit que ce Diametre *m* V *o* doit paroître comme un point dans le Ciel ; & que l'Axe terreſtre, qui fait ſa révolution annuelle autour de ce diametre, doit paroître aboutir toujours ſenſiblement au même point du Ciel.

Tout le monde ſait que, ſelon les Loix de l'Optique, deux Lignes paralleles *mm* & *oo*, doivent paroître converger & coincider en un même point, dans une immenſe diſtance. (929).

Donc, ſoit que la Terre ſe trouve en Q, ſoit

qu'elle ſe trouve en T : ſon Axe *m m* & *o o* doit paroître aboutir ſenſiblement aux mêmes points du Ciel V & V.

Il n'a rien moins fallu que toute la ſagacité des Aſtronomes modernes, pour découvrir que l'Axe terreſtre n'aboutit pas toujours aux mêmes Points précis du Ciel ; & que dans un eſpace de ſix mois, il y a une différence de trois ou quatre Secondes : *différence inſenſible*, qui échappe néceſſairement aux yeux les mieux conſtitués & munis des plus excellents Inſtruments aſtronomiques ; s'ils ne ſont pas dirigés par les ſubtiles & profondes lumieres de la Géométrie & de l'Aſtronomie. Ainſi, l'Axe DF de la Terre, pendant chaque révolution annuelle autour du Soleil, doit donner toujours ſenſiblement le même Pole.

1346. OBJECTION V. Si la Terre tourne chaque année autour du Soleil : le *Pole du Monde*, doit alternativement s'abaiſſer & s'élever relativement à l'horiſon d'un Habitant de la Terre.

Car, que je parcoure du midi au nord, ſous le même Méridien, un eſpace de vingt-cinq lieues : je vois le Pole boréal s'élever d'environ un degré ! Que je parcoure du nord au midi, ſous le même Méridien, un eſpace de cinquante lieues : je vois le même Pole s'abaiſſer d'environ deux degrés ! A combien plus forte raiſon la Terre ne devroit-elle pas avoir une différente hauteur de Pole : en paſſant d'un Tropique à l'autre, en s'approchant alternativement de l'un & de l'autre Pole céleſte, de pluſieurs millions de lieues ?

EXPLICATION. La *hauteur du Pole*, eſt le plus petit Arc que l'on puiſſe mener du Pole, ſur l'Horiſon d'un Lieu. Cet Arc eſt toujours le même pour un même Lieu : ſoit que la Terre ſe trouve placée ſous le Tro-

pique du Cancer, ſoit qu'elle ſoit placée ſous le Tropique du Capricorne : parce que l'Axe terreſtre, qui donne le Pole céleſte, reſte toujours ſenſiblement parallele à lui-même, & conſerve toujours la même inclinaiſon ſur l'horiſon de ce lieu. (*Fig.* 10 & 11).

La *grande Révolution conique* de l'Axe terreſtre autour des Poles de l'Ecliptique, ne change pas non plus la hauteur du Pole pour un même Lieu : parce que l'horiſon de ce lieu a la même révolution que l'Axe terreſtre; & que cet axe terreſtre, pendant ſa révolution conique, reſte toujours incliné ſur le plan de l'Equateur, de la même quantité, d'environ 66 degrés & 32 minutes. (*Fig.* 6).

RÉPONSE. Si on demande maintenant pourquoi en allant du midi au nord ou du nord au midi, ſous un même Méridien NXR, on a une différente hauteur GR de Pole; tandis qu'en allant d'un Tropique à l'autre, on conſerve la même hauteur de Pole : il eſt facile d'en rendre raiſon. (*Fig.* 11).

En allant du midi au nord ou du nord au midi, ſur la ſurface terreſtre, *on change d'Horiſon :* au lieu qu'en allant d'un Tropique à l'autre, ſur le même Point C ou B de la ſurface terreſtre, on conſerve toujours le même horiſon. Dans le premier cas, l'horiſon s'abaiſſe ou s'éleve à l'égard du Pole : dans le ſecond, l'horiſon conſerve la même poſition à l'égard du Pole. Par exemple, (*Fig.* 8) :

1°. Si ſur un Lieu quelconque A de la ſurface terreſtre, étoit poſé un *Plan A S R*, parallele à l'horiſon FTP; & que l'on marchât ſur ce Plan, du midi au nord ou du nord au midi, pendant dix ans ou pendant cent ans : ou auroit toujours ſenſiblement le *même Zénith M;* & par conſéquent la *même hauteur de Pole M P.*

La raiſon en eſt que l'*Eſpace parcouru A S*, étant

conſidéré comme la baſe de l'Angle AMS, formé par deux lignes menées du Zénith M aux deux extrémités de cet eſpace : on auroit un Triangle dont la baſe AS ſeroit comme nulle en comparaiſon des côtés. Donc l'angle M, oppoſé à la baſe AS, ſeroit ſenſiblement nul en comparaiſon des deux autres angles.

Donc les deux angles formés ſur la baſe, ſeroient toujours ſenſiblement des angles droits, ou des angles de 90 degrés chacun. Donc le *Point M* ſeroit toujours vu ſenſiblement au même endroit

II°. Mais quand on va du midi au nord ou du nord au midi ſur la ſurface de la Terre : on marche ſur une *Surface courbe*, qui s'incline ſans ceſſe ; qui donne un nouveau zénith & un nouvel horiſon, à chaque inſtant.

Par exemple, ſoient R & V les *Poles du Monde.* Un homme en C ſous l'Equateur, a pour zénith le point N ; & pour horiſon, un cercle RTV dont le plan aboutit aux deux poles. (*Fig.* 11).

Que cet homme paſſe de C en *f :* il aura pour zénith le point S ; & pour horiſon, un cercle HTG ; cercle éloigné des poles, de tout l'arc céleſte RG.

Quoique l'eſpace parcouru C*f*, de quelques centaines de lieues, ne ſoit rien en comparaiſon de l'arc céleſte NXSR : il eſt conſidérable dans l'arc terreſtre C *k f* B ; & il donne un angle C T *f*, qui, prolongé juſqu'au Firmament, embraſſe tout l'arc N X S ; & éleve le *Pole R*, d'une quantité égale R G.

III°. Ce n'eſt donc pas préciſément l'eſpace parcouru du midi au nord ou du nord au midi, qui occaſionne un changement ſenſible de zénith & de hauteur de pole, mais l'inflexion ou la courbure de cet eſpace.

Ainſi, un homme qui paſſe d'un Tropique céleſte à l'autre, toujours placé ſur un même Point de la ſuface terreſtre, ne change ſenſiblement ni de zénith

ni de hauteur de pole : parce que la Terre ſe meut dans l'Ecliptique, comme ſur un Plan ; & que l'eſpace parcouru par la Terre du nord au midi ou du midi au nord, eſt comme infiniment petit, en comparaiſon de l'eſpace qui ſépare la Terre des Etoiles. (*Fig.* 8 & 10).

1347. OBJECTION VI. Le grand vice du ſyſtême de Copernic, c'eſt d'attribuer à la Terre *deux Mouvemens incompatibles ;* un mouvement d'occident en orient, autour de l'axe de l'équateur ; & un mouvement d'orient en occident, autour de l'axe écliptique. Or, n'eſt-il pas évident que ces deux mouvemens doivent ſe détruire réciproquement : que le mouvement d'occident en orient, ne peut ſubſiſter dans un même Mobile, avec le mouvement d'orient en occident ? Donc le ſyſtême de Copernic, eſt totalement ruineux en ce point fondamental. (*Fig.* 6).

RÉPONSE. Si les deux Mouvemens en queſtion, ſont incompatibles dans la Terre : ſeront-ils plus compatibles dans le Firmament ? Or, il eſt certain & évident que les deux Mouvemens que l'on dit incompatibles, exiſtent néceſſairement, ou dans le Globe terreſtre, ou dans le Globe céleſte. Ainſi cette Objection attaque également & Ptolomée & Copernic & Tycho-Brahé & la Nature elle-même. Montrons-en la futilité dans le Syſtême de Copernic, que nous avons à défendre.

Il répugne qu'un Mobile ait à la fois un mouvement d'occident en orient & un mouvement d'orient en occident, autour des mêmes points, autour d'un même Axe PTM : mais il ne répugne point que ces deux Mouvemens aient lieu à la fois dans un même Mobile, autour de deux Axes différens. Il eſt facile de rendre ſenſible la poſſibilité & la compatibilité des trois

trois mouvemens de la Terre, par un ſeul exemple connu de tout le monde.

Au milieu d'un grand Veſtibule pavé en marbre, ſoit un jeune Nourriſſon des Muſes & des Arts : qui en attendant le travail & l'ennui, s'occupe tout entier du tumultueux plaiſir de pourſuivre & de tourmenter ſa *Toupie*. Une longue ficelle, ſpiralement entortillée autour de la Toupie, lui imprime un mouvement de rotation ſur ſon axe : un grand coup de fouet, l'éleve en l'air ; & lui imprime un mouvement projectile, ſans détruire ſon mouvement de rotation. Obſervons dans cette Toupie, les trois mêmes Mouvemens que l'on dit incompatibles dans la Terre.

I°. La Toupie, élevée en l'air, & élancée d'occident en orient, par exemple, continue à rouler ſur ſon axe, en retombant vers le centre de ſa gravitation : image ſenſible du *Mouvement diurne* & du *Mouvement annuel* de la Terre ; laquelle, au milieu de ces deux Mouvemens, ne ceſſe point de tendre continuellement vers ſon Point central, ou vers le Soleil. (1285).

II°. Si on prend ſubitement la Toupie tourbillonnante ſur un Plan de carton ou de cuivre, & qu'on obſerve attentivement ſon *Mouvement de rotation* ; on appercevra que ſon Axe, en roulant toujours ſur lui-même, n'eſt pas toujours perpendiculaire au Plan qui le ſoutient : que cet axe, autour duquel tous les points de la Toupie décrivent toujours des cercles paralleles, a lui-même, du moins aſſez ſouvent, un Mouvement conique, tantôt plus & tantôt moins conſidérable : que ce Mouvement conique de l'axe, ne détruit point le mouvement de rotation qui emporte toujours circulairement toutes les parties de la Toupie autour de l'axe, & aſſez ſouvent en un ſens oppoſé à la révolution conique de l'axe : qu'en ſuppoſant que cette Toupie eſt un petit Monde, un Œil

placé à l'extrémité de cet axe, auroit ſucceſſivement dans le Ciel différens poles, ſelon ſes différentes poſitions; & que les différens points du Ciel *où* aboutiroit cet axe prolongé, ſeroient les poles mobiles de toutes les révolutions circulaires autour de l'axe.

On voit donc ici une image ſenſible du *Mouvement conique de la Terre;* dont l'Axe en roulant toujours ſur lui-même, s'infléchit ſucceſſivement d'orient en occident : ſans que cette inflexion réguliere, dont nous avons fait connoître & le mécaniſme & la cauſe phyſique, nuiſe en aucune maniere au mouvement qui emporte toujours circulairement autour de lui, toutes les parties de la Terre, d'occident en orient (1328).

1348. REMARQUE. Après avoir fait ſentir la *compatibilité de ces trois Mouvemens* dans un même Mobile; il ne ſera pas inutile de faire ſentir plus ſpécialement comment ces trois Mouvemens ſe concilient dans la Terre. Nous aimons mieux nous expoſer au reproche que l'on pourra nous faire, de nous trop étendre & peut-être de nous répéter à certains égards ſur cet Objet; que de manquer de nous faire ſuffiſamment entendre. (*Fig.* 10).

I°. Que dans le Vide ou dans un Milieu ſans action & ſans réſiſtance, la Terre ait reçu primitivement un mouvement de rotation autour de ſon axe *h*P*h*.

Il eſt clair que, dans le Vide ou dans un Milieu ſans action & ſans réſiſtance, ce *Mouvement de rotation*, doit ſubſiſter éternellement: puiſqu'un mouvement que rien ne détruit & que rien n'altere, doit reſter toujours la même. (307).

II°. Que dans le Vide ou dans un Milieu ſans action & ſans réſiſtance, la Terre ait reçu primitive-

ment par la volonté ou par l'action de l'Etre créateur, & un *Mouvement centripete* vers le Soleil, & un *Mouvement projectile* dans la tangente d'une Courbe tracée ou imaginée autour du Soleil.

La Terre, en vertu de ces deux Forces conspirantes, doit, selon les Loix générales du Mouvement, tourner persévéramment & autour de son Axe & autour du Soleil. (1285).

III°. L'Axe terrestre *mm*, *nn*, *oo*, *rr*, *hh*, en tournant chaque jour sur lui-même, pendant qu'il tourne en un an autour du Soleil, peut ou être toujours dirigé vers les mêmes points du Ciel, ou être insensiblement & peu à peu infléchi vers différens points du Ciel, par l'action toujours subsistante de quelque Cause physique : puisqu'il n'est pas essentiel à cet Axe d'être toujours dirigé vers les mêmes points du Ciel, pendant qu'il fait ses révolutions & sur lui-même & autour du Soleil.

Il est clair que les mêmes révolutions de cet Axe & sur lui-même & autour du Soleil, auront lieu : soit que cet axe regarde toujours les mêmes points du Ciel, soit qu'il s'infléchisse insensiblement & peu à peu vers d'autres points du Ciel. (*Fig.* 6).

IV°. Comme l'espace que parcourt la Terre autour du Soleil, n'est rien en comparaison de l'espace intercepté entre la Terre & le Firmament ou la Région des Etoiles : faisons abstraction de la révolution de la Terre autour du Soleil ; & considérons la Terre comme fixée au point T, où elle reste animée & du Mouvement qui produit la révolution diurne autour de l'axe *p*T*m*, & du mouvement rétrograde autour de l'axe *d*T*e*. Dans cette position de choses, (*Fig.* 6) :

Que faut-il pour que *toutes les parties de la Terre*, aient un mouvement d'occident en orient autour de l'Axe PTM de l'Equateur : tandis qu'elles ont un mou-

vement d'orient en occident autour de l'Axe DTE de l'Ecliptique ? Il faut uniquement que l'Axe *p* T *m* de l'équateur AT*b*, en faiſant chaque jour une révolution ſur lui-même d'occident en orient, s'infléchiſſe inſenſiblement & peu à peu, d'un jour à l'autre, vers l'occident & contre l'ordre des Signes: enſorte que la ſomme de toutes ces inflexions ſucceſſives *pqrsp*, *mnokm*, donne en 25740 ans, deux Cônes TPQRSP & TMNOKM, autour de l'Axe DTE de l'écliptique FTG.

Or, il eſt clair que la révolution diurne de l'Axe *p* T *m* ſubſiſtant toujours uniformément: cet Axe terreſtre, que rien ne néceſſite à être toujours dirigé vers les mêmes points du Ciel, qu'une Cauſe phyſique toujours ſubſiſtante & toujours agiſſante tend ſans ceſſe à infléchir d'orient en occident dans la direction *pqrsp* & *mnokm* (1328), peut & doit s'infléchir & s'incliner ſans ceſſe par un Mouvement conique, vers un point du Ciel plus occidental: ce qui donne à la Terre le *Mouvement rétrograde d'orient en occident*, qu'attribue & à l'Equateur terreſtre & à toutes les parties de la Terre, le ſyſtême de Copernic.

Donc, il eſt clair que le Mouvement conique & rétrograde de l'Axe terreſtre *p* T *m* ou PTM autour des Poles de l'Ecliptique, n'eſt nullement incompatible avec le Mouvement diurne de ce même Axe ſur lui-même autour des poles de l'Equateur.

1349. OBJECTION VII. Le ſyſtême de Copernic, ſyſtême qui s'accorde ſi bien avec les Loix du Mouvement, avec les Obſervations aſtronomiques, avec toute la théorie de la Phyſique, avec toutes les lumieres de la ſaine Raiſon, eſt malheureuſement contredit & démenti par l'Ecriture ſainte, qui attribue le mouvement au Soleil & le repos à la Terre.

Donc ce Syſtême, qui a toute l'apparence d'une Vérité démontrée, n'eſt au fond qu'une ingénieuſe impoſture, qu'une vaine hypotheſe, dont le Faux eſt la baſe. (*).

OBSERVATION. Le plus grand outrage que l'on puiſſe faire à l'*Ecriture ſainte*, c'eſt de la mal interpréter; c'eſt de lui donner un ſens qu'elle n'a pas. Tout édifice humain, implanté ſur l'édifice de l'Eſprit ſaint, lui eſt étranger; s'écroule tôt ou tard ſur lui, & l'accable du poids de ſa ruine. En voici un exemple, qui ſera à jamais mémorable.

I°. L'Ecriture ſainte rappelle aux Hommes, que le Soleil, dans ſa marche majeſtueuſe, paſſe régulièrement de l'orient à l'occident, du midi au nord, du nord au midi: ſans s'écarter de la route que lui a aſſignée & tracée l'Arbitre ſuprême de la Nature: que cette marche fixe & régulière du Soleil, a été cependant quelquefois miraculeuſement interrompue, par une bienfaiſance ſpéciale du tout-puiſſant Dieu

(*) REMARQUE. Voici quelques-uns des Textes ſacrés que l'on fit valoir ſérieuſement, dans un tems d'ignorance & de Déraiſon, contre le Syſtême de Copernic; & qui n'ont certainement rien de commun avec aucun ſyſtême aſtronomique.

I°. *Oritur Sol & occidit; & ad locum ſuum revertitur; ibique renaſcens, gyrat per Meridiem, & flectitur ad Aquilonem.* Eccleſ. Cap. 1.

II°. *Sol, contra Gabaon ne movearis; & Luna, contra Vallem Aialon! Steteruntque Sol & Luna, donec ulciſceretur ſe Gens de Inimicis ſuis. Stetit itaque Sol in medio Cœli; & non feſtinavit occumbere ſpatio unius diei.* Joſue, Cap. 10.

III°. *Invocavit itaque Iſaïas Propheta Dominum; & reduxit Umbram per lineas, quibus jam deſcenderat in Horologio Achas, retrorsùm decem gradibus.* Reg. IV, Cap. 20.

IV°. *Firmavit Orbem Terræ, qui non commovebitur.* Pſ. 92.

V°. *Generatio præterit & Generatio advenit: Terra autem in æternum ſtat.* Eccleſ. Cap. 1.

d'Iſraël ; & que ces *Bienfaits miraculeux* méritent de la part de la Nation ſainte, une éternelle reconnoiſſance.

Tel eſt le ſens général des différens Textes de l'Ecriture, où il eſt fait mention du Mouvement du Soleil & de la miraculeuſe Interruption de ce Mouvement.

II°. Mais n'eſt-il pas évident que ces différens Textes de l'Ecriture ſainte, peuvent avoir indifféremment pour objet, ou le *Mouvement réel*, ou le *mouvement apparent* du Flambeau du Monde : puiſque l'une & l'autre eſpece de Mouvement, eſt également propre à faire ſentir aux Hommes & la puiſſance & la bienfaiſance de l'Eternel, dans l'Economie générale de la Nature & de la Religion.

Pourquoi donc reſtreindre tout à coup & ſans examen, leur ſignification au ſeul Mouvement réel ? Pourquoi exclure témérairement & ſans raiſon, de leur ſignification, le Mouvement apparent ?

L'unique objet des Auteurs ſacrés, dans ces différens Textes, c'eſt de rappeller aux Hommes les bienfaits naturels & ſurnaturels de la Providence ; de leur faire admirer la ſageſſe & chérir la bienfaiſance de l'Être ſuprême, ſoit dans l'ordre de la Nature, ſoit dans l'ordre de la Religion ; & non de dogmatiſer ſéchement ſur des Points de Phyſique & d'Aſtronomie (881). Ce dernier objet étant totalement étranger à la Religion & aux mœurs, l'Ecriture ſainte en fait & en doit faire totalement abſtraction.

L'Ecriture ſainte, en parlant des merveilles de la Nature, ou des Miracles qui ont du rapport avec les merveilles de la Nature, n'en parle donc & n'en doit parler à la généralité des Hommes, que d'après les apparences ; qu'en ſe conformant à la maniere dont voit & entend la Multitude, qui n'eſt rien moins que philoſophe & aſtronome.

III°. Il eſt donc clair que le ſens des Textes ſacrés, que l'on objecta contre le ſyſtême de Copernic, n'eſt pas plus affecté au *Mouvement réel*, qu'au *Mouvement apparent*. Il eſt donc clair que l'on peut entendre indifféremment par ces Textes, ou le Mouvement apparent ou le Mouvement réel ; & dès-lors toute la force de l'Objection, ceſſe & s'évanouit.

RÉPONSE. Après cette Obſervation générale, dont la Vérité ſe fait ſentir à tout Eſprit que n'aveugle point un abſurde Fanatiſme, je dis :

I°. Que dans les Textes ſacrés qui attribuent au Soleil un Mouvement d'orient en occident, du midi au nord, du nord au midi, il ne s'agit que d'un *Mouvement apparent* ; & que rien ne prouve qu'il s'y agiſſe d'un Mouvement réel :

Que ces expreſſions, *le Soleil ſe lève, paſſe au méridien, ſe couche*, ne ſignifient autre choſe dans l'Ecriture, ainſi que dans la bouche des Aſtronomes de profeſſion : ſinon que le Soleil, mobile ou immobile, commence à éclairer l'horiſon, eſt dans ſa plus grande élévation ſur l'horiſon, finit d'éclairer l'horiſon ; & ainſi du reſte.

II°. Que dans le Texte où il eſt rapporté qu'à l'ordre de Joſué, le Soleil ſuſpendit ſon Mouvement pendant un jour entier : il ne s'agit non plus que d'une ſuſpenſion de *Mouvement apparent* : que le Miracle conſigné dans les Livres ſaints, eſt le même ; ſoit que le Mouvement réel qui fut alors interrompu, ſe trouve dans le Soleil lui-même ; ſoit que ce Mouvement n'exiſte que dans la Terre.

Qu'en ſuppoſant même que Joſué eût été inſtruit du Mouvement de la Terre & de l'immobilité du Soleil, il ne devoit point s'exprimer autrement : parce que, s'il eût dit ſimplement que la Terre avoit miraculeuſement ſuſpendu ſon mouvement, perſonne

n'eût compris le *Miracle mémorable* qu'il vouloit consigner & éterniſer dans la mémoire de ſa Nation. Que ce Miracle mémorable conſiſta en ce que, contre l'ordre de la Nature, la Terre ceſſa pendant un jour entier, de ſe mouvoir & autour de ſon Axe & dans l'Ecliptique: ce qui fit que le Soleil, contre le Cours naturel des choſes, parut pendant un jour entier, ou pendant une durée de tems égale à un jour, répondre conſtamment & perſévéramment au *même Point du Ciel*: ce qui n'étoit jamais arrivé auparavant, & ce qui n'eſt jamais arrivé depuis lors.

III°. Que la rétrogradation miraculeuſe du Soleil, ſous le Regne d'Ezéchias, ne fut non plus qu'une *Rétrogradation apparente*, & que ce Miracle conſiſta en ce que la Terre, au lieu de continuer à rouler ſur ſon axe d'occident en orient, ſelon le cours naturel des choſes, roula miraculeuſement ſur ſon axe en un ſens oppoſé d'orient en occident; & parcourut, en rétrogradant, un *Arc de dix degrés*: ce qui donna néceſſairement au Soleil, un ſemblable Mouvement rétrograde dans ſon apparente révolution diurne.

Le Miracle eſt le même: ſoit que le Mouvement miraculeuſement interrompu ſe trouve dans le Soleil, ſoit qu'il ſe trouve dans la Terre. (932).

IV°. Que les Textes que l'on cite pour établir le repos ou l'immobilité de la Terre, n'ont nullement le ſens qu'on leur attribue. Par exemple,

Le Texte de l'Eccléſiaſte, *Terra autem in æternum ſtat*, met en contraſte la déplorable caducité de la Vie humaine, avec l'inaltérable durée de la Terre: il s'agit là, non du repos ou de l'immobilité de la Terre, mais de ſa permanence.

Le Texte du Pſalmiſte, *firmavit Orbem Terræ, qui non commovebitur*, oppoſe la fragilité des Ouvrages humains, à l'indeſtructibilité des Ouvrages de l'E-

ternel. Les Ouvrages des hommes, tendent toujours à leur ruine, par quelque endroit : mais le Globe terreſtre, qui eſt l'ouvrage du Créateur, n'a dans lui aucune Cauſe qui l'altere, qui le décompoſe, qui doive en entraîner la deſtruction, qui s'oppoſe à ſon éternelle exiſtence. Il s'agit encore là, dans le ſens du Pſalmiſte, non du repos, mais de l'indeſtructibilité naturelle de la Terre.

1350. OBJECTION VIII. L'interprétation que l'on donne ici à l'Ecriture, en ſubſtituant par-tout l'apparence à la réalité des Mouvemens, ne tend à rien moins qu'à renverſer de fond en comble toute la Religion. Car, en généraliſant cette maniere d'interpréter les Livres ſaints, on pourra dire, par exemple, que le Verbe, s'eſt incarné ou eſt mort pour les hommes, en apparence, & non en réalité : & alors que devient tout le dépôt de la Révélation ?

Il faut donc, ſelon l'Axiome généralement reçu, prendre le Sens naturel & obvie dans les Textes de de l'Ecriture. Il faut donc renoncer à un Syſtême, que l'on ne peut ſoutenir qu'en altérant le Sens naturel de l'Ecriture ; à un ſyſtême que le Tribunal de l'Inquiſition, compoſé ou aſſiſté d'un grand nombre de Cardinaux, a frappé de ſes anathêmes, dans les Ouvrages de Galilée.

RÉPONSE. Sans entrer ici dans aucune Diſcuſſion métaphyſique ſur la maniere d'expliquer les Textes ſacrés qui paroiſſent ſuſceptibles de différens ſens :

I°. Il eſt certain qu'*on ne doit jamais donner à ces Textes, un ſens abſurde*, un ſens évidemment faux, un ſens diamétralement oppoſé aux Vérités inconteſtablement établies ou par la Raiſon ou par la Révélation.

Interpréter ainſi l'Ecriture : ce ſeroit fournir des armes à l'Impiété ; ce ſeroit imprimer aux Livres

ſaints, un caractere de menſonge & d'abſurdité, incompatible avec la Source divine que leur attribue la Religion.

Cet Axiome général ſuffit pour juſtifier authentiquement l'Interprétation que nous avons donnée aux Textes de l'Ecriture, dont il eſt ici queſtion. Car, voici comment raiſonne l'Incrédulité, en ſuppoſant avec Tycho-Brahé, que l'Écriture ſainte attribue réellement le mouvement au Soleil, & le repos à la Terre. *La Divinité n'eſt ni abſurde, ni ignorante:* donc la Divinité n'a point inſpiré des Livres qui combattent deux Vérités certaines & démontrées chez les Phyſiciens & chez les Aſtronomes, le mouvement de la Terre, & le repos du Soleil.

Ce raiſonnement devient évidemment ſans réplique: ſi l'on convient que l'Ecriture, dans les Textes en queſtion, a réellement le ſens que lui donne & qu'eſt intéreſſée à lui donner l'Incrédulité. Donc, le ſens que nous venons de donner à l'Ecriture, dans ſes Textes où il eſt fait mention du *Mouvement réel ou apparent du Soleil*, loin d'être un attentat contre l'Ecriture, eſt le ſeul ſens dont elle ſoit raiſonnablement ſuſceptible.

II°. Il ne s'enſuit pas delà, que l'on puiſſe arbitrairement ſubſtituer par-tout dans l'Ecriture, l'apparence à la réalité: parce qu'il n'y a peut-être dans toute l'Ecriture, que le *Mouvement du Soleil*, où l'apparence & la réalité donnent les mêmes prodiges, les mêmes points de croyance, les mêmes motifs d'affection & de reconnoiſſance envers l'Être ſuprême. Il n'y a donc aucune induction à tirer, du mouvement du Soleil, à l'incarnation du Verbe.

La réalité de l'incarnation du Verbe, eſt un dogme fondamental, qui eſt la baſe de toute la Religion; & qu'aucune démonſtration phyſique, qu'aucune obſervation aſtronomique, ne détruit.

La réalité du mouvement du Soleil, eſt un point totalement indifférent à la Religion, & inconciliable avec la théorie du Mouvement, avec les Loix de la Phyſique, avec les Obſervations aſtronomiques.

Donc les raiſons qui néceſſitent à fixer le ſens de l'Ecriture au mouvement apparent, dans les Textes qui concernent le Soleil, n'autoriſent pas à ſubſtituer l'apparence à la réalité dans les Textes qui concernent l'Incarnation & une infinité d'autres objets. Nous adoptons donc l'Axiome général, qu'*il faut toujours entendre l'Ecriture dans le Sens naturel & obvie: quand aucune raiſon ſolide & triomphante ne néceſſite à l'entendre dans un ſens différent.*

III°. Qu'importe que le Tribunal de l'Inquiſition, ait condamné autrefois le ſyſtême de Copernic, dans les ouvrages de l'immortel Galilée? Le Tribunal de l'Inquiſition, n'eſt certainement ni l'Egliſe aſſemblée, ni l'Egliſe diſperſe. Sa *Déciſion ſurannée*, qu'aucun ſouverain Pontife n'a approuvée, que l'Egliſe n'a jamais adoptée, ne gêne donc en rien la façon de penſer des Fideles, ſur cet objet.

Mais doit-on faire un crime à ce Tribunal de l'Inquiſition, aſſiſté alors de pluſieurs Cardinaux, d'avoir proſcrit le ſyſtême de Copernic; d'avoir défendu de le ſoutenir comme une réalité, comme une Vérité phyſique? Non: parce qu'au tems où ce Syſtême fut proſcrit, on le regardoit comme contraire à l'Ecriture, comme un ſujet de ſcandale dans l'Egliſe; & qu'il eſt toujours à propos d'arrêter le cours du ſcandale, lors même que le ſcandale eſt mal fondé & n'affecte que les Eſprits foibles.

C'eſt ainſi que dans les premiers ſiecles du Chriſtianiſme, quelques pieux Evêques proſcrivirent le *Culte des ſaintes Images*: dans un tems où ce Culte mal compris devenoit une occaſion d'Idolatrie, pour des Fideles tout récemment arrachés au culte des Idoles.

IV°. Dans notre ſiecle, dans un ſiecle plus éclairé & moins fanatique que celui qui mit avec Galilée la Raiſon & la Vérité dans les fers, le ſyſtême de Copernic n'alarme plus les Ames pieuſes ; ne préſente plus rien d'oppoſé à l'Ecriture-ſainte, entendue comme elle doit l'être ; & les plus religieux Perſonnages, dès-lors qu'ils ont des lumieres & ſur la Phyſique & ſur l'Aſtronomie, l'adoptent purement & ſimplement comme le ſeul vrai Syſtême du Monde.

1351. OBJECTION IX. Ne pourroit-on pas concilier en partie *ces Syſtêmes oppoſés* : en attribuant à la Terre, un mouvement de révolution diurne ſur ſon axe, dans le même point de l'Eſpace infini ; au Soleil, un mouvement de révolution annuelle autour de la Terre ; aux Planetes & aux Cometes, une révolution périodique plus ou moins longue autour du Soleil ; & aux Etoiles, un mouvement de révolution autour des poles de l'Ecliptique ?

Dans cette hypotheſe, la Terre auroit une ſuffiſante immobilité ; & le Soleil, les Planetes, les Etoiles, ſeroient délivrés de ce mouvement diurne, qui paroît & qui eſt en effet ſi révoltant.

RÉPONSE. Il n'eſt pas rare de trouver, dans la Phyſique comme dans la Société, de ces malhabiles Conciliateurs, de ces Maître-Jacques de Moliere dans l'Avare, qui, fertiles en reſſources mal imaginées, en expédients mal concertés, n'ont d'autre mérite, que de révolter également les deux Partis oppoſés. L'hypotheſe dont il eſt ici queſtion, en eſt un riche modele.

I°. Cette hypotheſe eſt hautement rejettée par les Partiſans de la Terre immobile, s'il en reſte encore quelques-uns : parce qu'il eſt évident que ſi les Textes de l'Ecriture, qui en ſont l'unique baſe & l'unique ſoutien, attribuent réellement l'immobilité à la Terre ; le *Mouvement diurne de la Terre*, eſt auſſi

oppoſé à ces Textes, que le Mouvement annuel.

II°. Cette hypotheſe eſt hautement rejettée par tous les Partiſans de Copernic, par tous les Phyſiciens & par tous les Aſtronomes : parce qu'il eſt évident qu'il n'eſt pas moins abſurde de faire tourner autour de la Terre, contre toutes les Loix de la Phyſique & du Mouvement, le Soleil avec ſes Planetes & ſes Cometes, le Firmament avec toutes ſes Etoiles, dans l'eſpace d'un an ou de 25740 ans, que dans l'eſpace d'un jour. Ainſi, cette hypotheſe n'eſt autre choſe qu'une rêverie anti-philoſophique à toute ſorte d'égards.

# CINQUIEME SECTION.

## LA TERRE-PLANETE.

1352. OBSERVATION. IL eſt conſtant, d'après tout ce que nous venons d'expliquer & de démontrer dans la Section précédente, que la Terre eſt une vraie Planete, conſtamment & perſévéramment animée de trois Mouvemens différens; ſavoir, d'un *Mouvement diurne* autour de l'axe de l'Equateur, d'occident en orient; d'un *Mouvement annuel* autour du Soleil dans le plan & dans l'orbite de l'Ecliptique, d'occident en orient & ſelon l'ordre des Signes; d'un *Mouvement rétrograde* & très-lent autour de l'axe de l'Ecliptique, d'orient en occident, contre l'ordre & la ſuite des Signes. (*Fig.* 10 & 6).

Il nous reſte à obſerver & à déterminer dans la *Terre-Planete*, quelle eſt ſa poſition dans le Ciel; quelle eſt ſa figure & ſa grandeur, qu'il faudra chercher dans le Ciel; quelle eſt & la direction & la poſition de ſon axe à l'égard du Ciel & de l'Equateur.

Tel ſera l'objet des trois Paragraphes ſuivans : dans

leſquels viennent naturellement ſe placer les Principes fondamentaux de la Gnomonique, la théorie des Longitudes & des Latitudes, les dimenſions géométriques de la Terre, & une foule d'autres choſes également utiles & intéreſſantes.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### POSITION DE LA TERRE DANS LE CIEL.

DÉTERMINER & démontrer quelle eſt la ſituation de la Terre & de ſon Orbite, à l'égard du Firmament ou de la Région des Etoiles; quelle eſt la hauteur du Pole viſible, au-deſſus de l'horiſon d'un Lieu quelconque; à quelle hauteur s'éleve le Soleil dans le Méridien de ce même Lieu quelconque; quels ſont & ſur quoi ſont fondés les vrais Principes de la Gnomonique: tel va être l'objet de ce premier Paragraphe.

### PROPOSITION.

1353. *La Terre eſt toujours ſenſiblement placée au centre du Firmament.* (Fig 10).

DÉMONSTRATION. En quelque point de ſon Orbite annuelle PQRTP que ſe trouve la Terre; ſoit dans le plan de l'Equateur, ſoit ſous le Tropique du Cancer ou du Capricorne:

I°. L'*horiſon d'un Obſervateur quelconque*, d'un Habitant ou de l'équateur ou des zones tempérées ou des zones glaciales, partage toujours le Ciel ou le Firmament, en deux hémiſpheres égaux: puiſque cet Obſervateur a toujours préciſément ſix Signes du zodiaque au-deſſus, & ſix autres Signes du même zodiaque, au-deſſous de ſon horiſon: ce qui évidemment n'auroit point lieu, ſi la Terre en P, étoit ſenſiblement plus près de la Balance C que

du Bélier X ; du Cancer E, que du Capricorne M.

II°. Dans toute la Terre, dans les zones tempérées & glaciales, comme dans les zones torrides & ſous l'équateur ; les Etoiles qui font leur révolution diurne dans le plan de l'équateur XSC, mettent toujours préciſément douze heures moins deux minutes & deux ſecondes, à paſſer de l'orient à l'occident ; & douze heures moins deux minutes & deux ſecondes, à paſſer de l'occident à l'orient (1324) : ce qui ne pourroit pas avoir lieu ; ſi la Terre n'étoit pas toujours ſenſiblement placée au centre du Firmament, à égale diſtance du levant X & du couchant C, du zénith & du nadir.

III°. Si la Terre en T étoit ſenſiblement plus près d'un Pole V que de l'autre ; les Peuples qui habitent la Sphere oblique, n'auroient pas l'Equinoxe, le jour où le Soleil fait ſa révolution diurne réelle ou apparente, dans le plan de l'Equateur céleſte XSC, qui diviſe le Ciel en deux hémiſpheres égaux : puiſque l'horiſon de ces Peuples, ne coupant pas le Cercle ſolaire par le centre, auroit néceſſairement une inégalité dans l'Arc diurne & dans l'Arc nocturne.

Or, il eſt conſtant & tout le monde ſait que deux fois par an, on a l'Equinoxe dans toute la Terre, les deux jours où le Cercle ſolaire eſt ſenſiblement confondu avec l'Equateur céleſte. (1314).

Donc la Terre n'eſt point ſenſiblement hors du plan de l'Equateur céleſte. Donc la Terre n'eſt point ſenſiblement plus près d'un Pole V que de l'autre.

IV°. La Terre, dans ſa révolution annuelle autour du Soleil, étant toujours ſenſiblement à égale diſtance de la Région des Etoiles ; n'étant jamais ſenſiblement plus près ou plus loin du pole auſtral que du pole boréal ; de la Balance que du Bélier, du Zénith que du Nadir, & ainſi de tous les autres points du Ciel : il s'enſuit qu'elle eſt toujours ſenſiblement placée au

centre du Firmament ; & que ſon Orbite *a d b c a* (Fig. 40), peut & doit être regardée comme n'étant qu'un ſimple point, dans l'immenſe capacité des Eſpaces céleſtes. C. Q. F. D.

1354. COROLLAIRE. *Le diametre de l'Orbite terreſtre, d'environ ſoixante-huit millions de nos lieues communes de France, eſt comme un Point, en comparaiſon de la diſtance des Etoiles.*

EXPLICATION. La raiſon & la preuve en eſt, qu'en quelque Point de ſon Orbite *a d b c a*, que la Terre ſe trouve placée dans ſa révolution annuelle autour du Soleil, on y obſerve toujours ſenſiblement les mêmes Phénomenes que l'on y obſerveroit ſi elle étoit réellement toujours placée au centre du Firmament. (*Fig.* 40).

I°. Il réſulte delà, que *dans un Angle mené de la Terre à deux Etoiles, on peut prendre indifféremment pour ſommet de l'angle, ou le centre de la Terre, ou le Point de la ſurface terreſtre qu'occupe l'Obſervateur :* puiſque les deux côtés de cet angle, menés du centre ou de la ſurface de la Terre à ces deux Etoiles, ne peuvent différer que d'une quantité égale au Rayon terreſtre : quantité comme infiniment petite, par rapport à l'immenſe diſtance des Etoiles les moins éloignées de la Terre. (1340).

II°. Pendant que le Soleil fait ou ſemble faire une révolution autour de la Terre ; l'*Ombre projettée par un Corps qu'éclaire cet Aſtre*, a ſenſiblement les mêmes mouvemens qu'elle auroit, ſi le Soleil étoit réellement à la diſtance des Etoiles : puiſque l'Etoile qui ce jour là ſe trouve en conjonction avec le Soleil, en ſuppoſant qu'elle fît ſa révolution diurne dans le même tems précis que le Soleil, donneroit ſenſiblement la même révolution à cette Ombre.

Ainſi, on peut à cet égard & relativement à la Gnomonique,

Gnomonique, regarder le Soleil comme à une distance infinie de la Terre.

Je dis que le Soleil & l'Etoile en conjonction, projeteroient l'Ombre d'un Corps terreſtre, *au même Lieu ſenſiblement.* Car, la différence ne peut être que de la grandeur de la Parallaxe du Soleil: parallaxe qui n'eſt que d'environ huit ſecondes & demie, dans l'horiſon; qui va en diminuant juſqu'au zénith, où elle eſt nulle; & qui ſur une Montre ſolaire plus ou moins grande, ne peut jamais être ſenſible en aucune maniere. (1219, 1215, 921).

1355. PROBLÊME I. *Trouver ou déterminer la hauteur du Pole viſible.* (Fig. 11).

SOLUTION. Nous avons vu ailleurs, comment on peut trouver à peu près, les *deux Points du Ciel*, autour deſquels ſe font les révolutions du Soleil, des Planetes, des Etoiles. (1124).

Il nous reſte à faire voir comment on peut trouver & déterminer la quantité dont ce Point du Ciel, que l'on nomme le *Pole viſible*, eſt élevé au-deſſus de l'horiſon d'un Lieu quelconque de la ſurface terreſtre, en-deçà ou en-delà de l'Equateur: car ſous l'Equateur, l'un & l'autre Pole eſt dans le plan même de l'horiſon. (1142).

1°. Soit *f* le Lieu terreſtre, où l'on cherche la *hauteur du Pole R.* Ce Lieu a pour zénith, le point S; pour horiſon, le cercle GTH; pour méridien encore inconnu, le demi-cercle RNV.

Parmi les Etoiles de perpétuelle apparition, telles que celles de la grande Ourſe ou de la petite Ourſe, on en choiſira une à volonté, par exemple, l'Etoile *a*,

Avec un Quart de Cercle aſtronomique, perpendiculaire à l'horiſon, on obſervera exactement & la plus grande & la plus petite élévation de l'Etoile *a*,

au-deſſus de l'horiſon G, pendant une ou pluſieurs révolutions diurnes. (*Math.* 421 & 733).

La plus petite hauteur de l'Etoile *a* au-deſſus de l'horiſon G, plus la moitié de l'excès de la plus grande hauteur ſur la plus petite, ſera la *hauteur du Pole.*

Par exemple, ſoit la plus petite hauteur $aG = 40$ degrés; & la plus grande hauteur $bG = 50$ degrés. La différence entre ces deux hauteurs de la même Etoile au-deſſus de l'horiſon en G, eſt $= 10$ degrés; dont la moitié eſt 5 degrés : ainſi la hauteur du Pole ſera $40+5$ degrés en R.

II°. Comme l'Etoile *a* décrit chaque jour un Cercle autour de l'Axe du Monde, qui aboutit néceſſairement aux deux Poles : il eſt clair que cette Etoile paſſe chaque jour & au-deſſus & au-deſſous de cet Axe : il eſt clair que dans ſa plus grande & dans ſa plus petite élévation, elle eſt dans le plan du Méridien connu ou inconnu : il eſt clair que dans ſa plus petite élévation, elle eſt autant au-deſſous de l'axe & du pole du monde, que dans ſa plus grande élévation elle eſt au-deſſus du même axe & du même pole.

Il eſt clair par-là même, que ſi on mene une ligne droite du point *a* au point *b*, ou du point de la plus petite au point de la plus grande élévation : cette ligne ſera un diametre du *Cercle diurne* que décrit cette Etoile; & que le milieu R de cette ligne, ſera un point de l'axe du Monde VTR, autour duquel ſe font les révolutions diurnes de tout le Ciel.

Ce *Point R*, ou un Point indéfiniment plus éloigné dans la ligne TR, mais toujours élevé d'un même nombre de degrés & de minutes au-deſſus de l'horiſon G, ſera donc le *Pole du Monde*, dont il falloit trouver & la poſition & la hauteur préciſes. Cette poſition & cette hauteur du Pole R, au-deſſus de l'horiſon G, ſera donc la plus petite hauteur, plus la moitié de la différence entre la plus grande & la plus

petite hauteur de l'Etoile obſervée, au-deſſus de l'horiſon E G *f*.

III°. Un grand Cercle dont le plan paſſera par le centre de la Terre T, par le Zénith S, & par le Pole R, ſera *le Méridien du Lieu terreſtre* f.

Ce Cercle coupe perpendiculairement l'horiſon G T H; & le point d'interſection G eſt autant au-deſſous du *Pole viſible* R, que le point d'interſection H eſt au-deſſus du *Pole inviſible* V.

1355. II°. REMARQUE. Le *Pole boréal* eſt maintenant au voiſinage de l'Etoile polaire P : il n'en eſt éloigné actuellement, en 1786, que d'un degré cinquante minutes & dix ſecondes. (*Fig.* 1).

I°. La poſition du Pole boréal, n'eſt point perſévéramment la même à l'égard de cette Etoile polaire P : puiſqu'en conſéquence de la grande révolution du Ciel étoilé autour des Poles de l'Ecliptique; la Polaire P doit alternativement ou s'approcher ou s'éloigner du *Pole du Monde*, conſidéré comme immobile. (1131 & 1365).

Cette Polaire P s'approche maintenant de plus en plus du Pole boréal du monde; & la quantité dont elle s'en approche actuellement, eſt d'environ vingt ſecondes de degré par an. (1736).

II°. Si on conſidere le Ciel étoilé comme immobile, ainſi qu'il l'eſt en effet & en réalité; ce ſera le *Pole mobile du Monde*, qui actuellement s'approche d'environ vingt ſecondes par an, de la Polaire P.

Nous avons ſuffiſamment expliqué ailleurs (1327 & 1348), & la cauſe & les effets du *Mouvement conique*, qui affecte perſévéramment & l'Axe & les Poles de la Terre & du Monde. (*Fig.* 6).

1356. PROBLÊME II. *Tracer une Méridienne S M, ſur un Plan horiſontal AMBS M.* (Fig. 43).

DÉFINITION. Une *Méridienne* eſt une ligne parallele à l'horiſon, & renfermée dans toute ſa longueur indéfinie, dans le plan du Méridien. (1118).

On peut tracer une Méridienne ſelon pluſieurs Méthodes différentes : nous nous bornerons à faire connoître ici, dans la double Solution que nous allons donner de ce Problême, les *deux Méthodes* qui ſont le plus en uſage, & qui nous paroiſſent les plus ſimples & les meilleures.

1357. SOLUTION I. Ayant trouvé le *Pole viſible*, pendant la nuit, par le premier Problême précédent : on laiſſera l'Inſtrument aſtronomique dans la poſition qui le dirige & le fixe vers ce Pole. Après quoi, il ne ſera pas difficile de donner la même direction à la ligne que l'on veut mener ſur un Plan horiſontal : puiſqu'il ne s'agira que de poſer ſur ce Plan horiſontal un Plan perpendiculaire, qui ait la même direction que l'axe de l'Inſtrument aſtronomique qui ſe trouve dirigé vers le Pole.

Les Points où le Plan horiſontal ſera touché par le Plan vertical, donneront une ligne Méridienne ſur ce Plan horiſontal. Ainſi, pour *tracer une Méridienne* ſur un Plan horiſontal :

I°. Aux deux bouts de l'Axe de l'Inſtrument aſtronomique dirigé vers les deux Poles, ſuſpendez *deux Fils*, tendus chacun par un plomb terminé en pointe ; & placez au-deſſous de ces deux Fils, le Plan horiſontal.

Les deux Points du Plan horiſontal, où aboutiſſent les deux Fils tendus chacun par un plomb terminé en pointe, ſeront les deux extrémités de la Méridienne à tracer. Une *Ligne droite*, menée de l'un de ces deux points à l'autre, ſera cette Méridienne.

II°. Les deux Fils eux-mêmes ſeront dans le plan du Méridien : puiſqu'ils ont chacun leur direction &

vers le Zénith & vers le centre de la Terre ; & que le premier & le ſecond Fil ſont dans un Plan dirigé vers les poles du Monde & vers le zénith & le nadir de ce lieu ; ainſi que le Méridien de ce lieu. (1116).

Ainſi, un *Rayon viſuel*, auquel un fil cache l'autre, a ſa direction dans le Plan du Méridien ; & tous les Corps placés dans un Plan indéfini qui paſſe par la direction de ces deux Fils, ſont dans le plan du Méridien.

Cette premiere Méthode apprend donc à *trouver & la Méridienne & le Méridien d'un Lieu quelconque.*

1357. II°. REMARQUE. Vers l'extrémité S de cette Ligne méridienne, du côté du midi, élevez ſur le Plan horiſontal, un *Style perpendiculaire S*, cylindrique & fort mince.

Ce Style ſera dans le plan du Méridien ; & quand ſon Ombre couvrira préciſément la Ligne méridienne ou une partie de cette Ligne, il ſera midi précis : puiſqu'alors le centre du Soleil, ſera préciſément dans le plan du Méridien. (*Fig.* 43).

I°. Si du ſommet de ce Style perpendiculaire, on abaiſſe ſur la Méridienne indéfiniment prolongée du côté du midi, une *Ligne droite* qui faſſe ſur le Plan parfaitement horiſontal, un angle égal à l'*Angle intercepté entre le Pole & l'Horiſon*, ou un angle égal à la hauteur du Pole : cette Ligne droite, indéfiniment prolongée de part & d'autre, ſera parallele à l'Axe du monde.

Cette Ligne ſe confondra ſenſiblement dans le Ciel, avec l'*Axe du Monde* (1354) ; & pendant la révolution réelle ou apparente du Soleil autour de la Terre, elle projectera une Ombre toujours parallele à celle que projecteroit l'axe même du Monde : ce ſera le *Style d'une Montre ſolaire horiſontale.*

II°. Si à un Plan vertical, tel que la facade ou le mur quelconque d'une Maiſon, on fixe immobile-

ment une *Baguette cylindrique de fer*, parallélement à la Ligne oblique du Style dont on vient de parler, ou parallélement à l'axe de l'Inſtrument aſtronomique dirigé vers le pole : l'*Ombre de cette Baguette*, pendant la révolution ſolaire, aura les mêmes révolutions qu'auroit l'axe même de la Terre: elle ſera toujours ſenſiblement, ainſi que l'axe même de la Terre & du Monde, dans le plan de tous les méridiens qu'occupe ſucceſſivement le centre du Soleil.

Cette Baguette pourra donc être propre à marquer les différentes heures ſur le Plan auquel elle eſt fixée, ſur le Mur dirigé indifféremment ou vers le midi ou vers l'orient ou vers l'occident.

1358. SOLUTION II. Comme on n'a pas toujours & par-tout des Inſtrumens aſtronomiques, propres à faire trouver & la Méridienne & le Méridien d'un Lieu, par la Méthode que nous venons de donner, & que l'on a preſque toujours & par-tout beſoin d'*une Méridienne*; ſoit pour régler les Montres & les Pendules; ſoit pour connoître les principaux aſpects du Ciel: il eſt à propos de donner ſur ce même objet, une *ſeconde Méthode*, qui ſoit indépendante du ſecours de ces Inſtrumens aſtronomiques. (*Fig.* 43).

Si le Plan ſur lequel on veut *tracer une Méridienne*, eſt un ſimple Cadran ſolaire, de marbre ou d'ardoiſe ou de métal: on tracera ſur ce Cadran, avec un compas, deux ou trois Circonférences concentriques *aa*, *bb*, *cc*; & on élevera, au centre commun de toutes ces circonférences, un Style perpendiculaire au Cadran. On donnera enſuite à ce Cadran, une *Poſition horiſontale*; & on s'aſſurera de cette poſition, par le moyen de la Ligne d'à-plomb ou du Niveau. (*Math.* 532 & 422).

1°. Le *Style vertical* du Cadran, eſt tout entier dans le plan du Méridien: puiſqu'il a ſa direction & vers le Zénith & vers le centre de la Terre.

Donc l'*Ombre de ce Cadran*, ſera auſſi toute entiere dans le plan du Méridien; quand le centre du Soleil, ſoit en été, ſoit en hiver, ſera dans le plan de ce Cercle : puiſque l'ombre d'un Corps quelconque, eſt toujours dans un Plan qui paſſe & par le Point rayonnant & par le Corps qui intercepte la lumiere du Point rayonnant.

L'ombre que donnera ce *Style vertical*, à midi, ſera dans ſa plus grande longueur au Solſtice d'hiver, où le Soleil s'éleve le moins ſur l'horiſon; & dans ſa plus petite longueur au Solſtice d'été, où le Soleil s'éleve le plus ſur l'horiſon : de ſorte que la *longueur de cette Ombre*, à midi, peut marquer à peu près le tems des Solſtices.

II°. L'*ombre de ce Style vertical*, ſera dirigée le matin vers le couchant, & le ſoir vers le levant; & dans le tems des Solſtices, où le Soleil ne change point ſenſiblement de déclinaiſon (1320), ces *Ombres du matin & du ſoir*, ſeront d'égale longueur : quand le Soleil ſera également éloigné du Méridien, ou à égale hauteur au-deſſus de l'horiſon vers le levant & vers le couchant.

Par conſéquent, ſi au tems des Solſtices, du Solſtice d'été, par exemple, un jour avant ou un jour après, on obſerve la *longueur des Ombres*, le matin ſur les neuf ou dix heures, & le ſoir ſur les deux ou trois heures : on pourra aiſément trouver la Méridienne cherchée. (*Fig.* 43).

Car, que l'on obſerve le matin, les points où l'extrémité de l'Ombre toujours décroiſſante, aboutit ſucceſſivement ſur les différentes circonférences concentriques; & que l'on marque ces points. Le ſoir, on obſervera de même les points où l'extrémité de l'ombre toujours croiſſante, aboutit ſur les mêmes circonférences concentriques; & on marquera exactement ces points.

Après quoi, on diviſera en deux parties égales, l'Arc intercepté entre les deux points *a a*, *b b*, *c c*, marqués par l'extrémité de l'Ombre ſur chaque circonférence concentrique; & la Ligne MS, menée du point de diviſion au pied du Style, qui eſt le centre commun de toutes ces circonférences, ſera la *Méridienne* qu'il falloit trouver.

On ne prend ſur le Cadran, pluſieurs Circonférences concentriques; que pour mieux s'aſſurer de l'exactitude de la Méridienne à tracer.

III°. Il eſt clair que ſi trois heures avant midi, par exemple, l'*Ombre du Style S*, aboutit en *a* du côté du couchant; l'Ombre du même ſtyle, aboutira en *a* du côté du levant, trois heures après midi: puiſque dans ces deux poſitions, le Soleil ſera également éloigné du Méridien, également éloigné de l'horiſon vers l'orient & vers l'occident.

Ainſi le milieu M de l'Arc *a* M *a*, ſera dans le plan du Méridien, auſſi bien que le Style S. Donc, puiſque le Cadran eſt parallele à l'horiſon, la Ligne MS ſera une Ligne méridienne.

1359. PROBLÊME. III. *Meſurer la hauteur méridienne du Soleil, par le moyen d'un grand Gnomon.* (Fig. 46).

SOLUTION I. Soit AB un *grand Gnomon*, c'eſt-à-dire un grand Style de pluſieurs toiſes de hauteur, élevé perpendiculairement à l'horiſon, du moins du côté du nord D. Soit auſſi BCD une *Ligne méridienne*, menée du pied du Gnomon parallelement à l'horiſon, & dans le plan du Méridien vers le nord. Soit encore VZ, un Arc du Méridien; & Z ou ζ, le Zénith du Gnomon. La Ligne HBD eſt dirigée du midi au nord.

I°. Il eſt clair que ce Gnomon eſt dans le plan du Méridien dans toute ſa hauteur AB; & que quand le centre du Soleil S, pendant ſon apparente révolution

diurne, ſera dans le plan du Méridien, *l'ombre de ce Gnomon*, ſera auſſi dans le plan du Méridien, & par conſéquent dans la Méridienne BD.

Comme *l'extrémité de l'Ombre*, eſt toujours difficile à ſaiſir avec préciſion : on placera à l'extrémité du Gnomon, une grande Plaque de fer-blanc, plane & perpendiculaire au plan du Méridien, au milieu de laquelle ſe trouvera un trou circulaire de quelques lignes de diametre; & la hauteur du Gnomon AB, ſe comptera du milieu de ce trou.

Cette Ouverture circulaire, dirigée vers le Soleil dans le Méridien, donnera ſur la Méridienne BD, un *petit Cercle lumineux*, dont le centre C ſera l'extrémité de l'ombre BC du Gnomon.

II°. Avec un Inſtrument exactement diviſé en degrés, en minutes & en ſecondes, on meſurera ſoigneuſement l'*Angle ACB*. Après quoi, dans le *Triangle ABC*, on connoîtra l'angle B, qui eſt droit; l'angle C que l'on vient de meſurer; & l'angle A, qui eſt le ſupplément à deux angles droits.

III°. Abſtraction faite de la Parallaxe & de la Réfraction aſtronomique, dont il faudra tenir compte à part : l'Angle BAC connu, eſt égal à l'angle VAz, oppoſé au ſommet.

Or, l'angle VAz meſure la diſtance du Soleil au zénith Z : donc l'angle égal & connu BAC, meſure auſſi la diſtance du Soleil au zénith Z ou z : car ces deux Points Z & z, à la diſtance du Soleil & des Etoiles, ne ſont qu'un même Point. (1354).

IV°. La hauteur méridienne HV du Soleil au-deſſus de l'horiſon BH, eſt toujours égale à quatre-vingt-dix degrés, moins l'arc VZ, intercepté entre le zénith & le vrai lieu optique du Soleil.

Donc, en connoiſſant la valeur de l'arc plus ou moins grand VZ, ou la valeur de l'angle plus ou moins grand VAz=VCZ : on connoîtra la hauteur méridienne du Soleil, qu'il falloit trouver.

1360. SOLUTION II. On peut auſſi réſoudre le même Problême par le ſimple rapport de la *longueur de l'Ombre horiſontale*, à la hauteur perpendiculaire du Style, en faiſant cette analogie : la longueur de l'Ombre BC, eſt à la hauteur du Gnomon BA; comme le Sinus total, eſt à la Tangente de la hauteur du Soleil au-deſſus de l'horiſon. Les trois premiers termes connus donnent le quatrieme inconnu, qui exprime la hauteur méridienne du Soleil. (*Fig.* 46).

I°. Il eſt évident que les *deux Triangles CAB & CTH* ſont ſemblables : étant formés l'un & l'autre par la Ligne horiſontale, par une Perpendiculaire à cette ligne horiſontale, & par un même Rayon ſolaire CAST. Donc CB. AB :: CH. TH. (*Math.* 403).

De même & pour la même raiſon, il eſt évident que *c*B. AB :: CH. *t*H.

Dans ces deux proportions, on connoît les trois premiers termes, qui ſont la longueur variable de l'Ombre BC & B*c*, que l'on meſure; la hauteur conſtante AB du Gnomon, la grandeur conſtante du Sinus total. (*Math.* 646).

Ces trois premiers Termes connus donnent le *quatrieme Terme inconnu*, qui eſt la grandeur variable de le Tangente HT & H*t*. Cette Tangente croît, dans la même proportion que l'Ombre diminue; & réciproquement : ce qui donne toujours un Produit, égal au Produit des deux Moyens conſtans.

II°. Si on a des Tables des Tangentes, on cherchera dans ces Tables, à quel Angle appartient la *Tangente trouvée*; & cet angle ſera l'angle de la hauteur du Soleil dans le Méridien, au-deſſus de l'horiſon.

Par exemple, ſi ayant ſuppoſé le Sinus total de 100000 parties; la Tangente trouvée eſt de 97586 parties : on verra que cette Tangente répond à un Angle de 44 degrés & 18 minutes, qui ſera l'angle

de la hauteur du Soleil, ou l'angle intercepté par un arc du Méridien pris entre le Soleil & l'horiſon.

Si on n'a pas des Tables des tangentes: on cherchera cet angle par la Méthode précédente.

### *IDÉE ET PRINCIPES DE LA GNOMONIQUE.*

1361. DÉFINITION. La *Gnomonique* eſt la ſcience qui apprend à meſurer & à diviſer le Tems, par l'*Ombre d'un Style ou d'un Gnomon*, parallele à l'axe de la Terre & du Monde, & toujours perpendiculaire au plan de l'Equateur.

Cette Science eſt fondée ſur la théorie de l'Ombre, toujours dirigée à l'oppoſite du Corps lumineux & du Corps opaque qui intercepte les rayons du Corps lumineux. De γνώμων : *Style qui marque les heures.*

1362. EXPLICATION. Le Soleil parcourt ou ſemble parcourir chaque jour, d'orient en occident, dans le Firmament, un Cercle RNR ou CDC, ſenſiblement parallele à l'Equateur & perpendiculaire à l'Axe du Monde PTM. (*Fig.* 1).

Cet *Axe du Monde*, enfile ſenſiblement le centre de tous les Cercles diurnes que décrit le Soleil, pendant toute l'année; & les Rayons de ces Cercles ſolaires, plus ou moins grands en apparence, ſont tous des quantités infiniment grandes en comparaiſon du rayon de la Terre. Sur ces Principes connus & avoués de tout le monde, eſt fondée toute la Gnomonique.

I°. La circonférence d'un Cercle diurne quelconque, étant diviſée en trois cens ſoixante degrés, & étant parcourue uniformémement par le Soleil en vingt-quatre heures : il eſt clair que le Soleil parcourt ou ſemble parcourir dans cette circonférence, quinze degrés par heure; un degré en quatre minu-

tes de tems; une minute de degré, en quatre ſecondes de tems; quinze ſecondes de degré, en une ſeconde de tems.

II°. Si on conçoit l'Axe du Monde PTM, comme un *grand Cylindre opaque*, terminé aux deux Poles céleſtes, & enfilant le centre de la Terre: il eſt clair que ce Cylindre doit projecter *une Ombre* qui ſera toujours à l'oppoſite du Soleil, mais dans le plan du même Méridien où ſe trouve ſucceſſivement le Soleil pendant ſa révolution diurne autour de la Terre.

L'*Ombre de ce Cylindre*, indéfiniment prolongée, parcourra donc quinze degrés par heure, un degré en quatre minutes de tems, un quart de degré en une minute de tems, dans la partie du Firmament oppoſée à celle où ſe trouve le Soleil.

III°. Si la Terre étoit tranſparente: l'*ombre de ſon Axe opaque*, feroit ſur ſa ſurface, la même révolution de quinze degrés par heure, d'un degré en quatre minutes, que nous venons d'obſerver dans le Firmament: puiſque la ſurface de la Terre & la ſurface du Firmament, ſont deux ſurfaces de Spheres ſenſiblement concentriques. (1353).

IV°. Comme le rayon de la Terre, eſt une quantité nulle par rapport au rayon PTM du Firmament (1354); ſi on ſuppoſe ſur un Point quelconque *a* ou *n* de la ſurface de la Terre, un *Globe de verre*, d'un ou deux pieds de diametre, traverſé par un Axe opaque & parallele à l'axe de la Terre & du Monde: l'*Ombre de ce petit Axe*, opérera ſur la ſurface de ſon petit Globe, les mêmes diviſions que nous venons de voir opérer par l'ombre de l'Axe de la Terre & du Monde, ſur la ſurface de la Terre & ſur la ſurface du Firmament.

Elle parcourra donc, comme le Soleil, quinze degrés par heure, un degré en quatre minutes, ſur la

ſurface du petit Globe de verre, oppoſée à celle ſur laquelle tombent les rayons du Soleil. (*Fig.* 1).

V°. Si ſur l'*équateur de ce petit Globe de verre*, en partant du Méridien, on fait une exacte diviſion de quinze en quinze degrés; & que des poles du même petit Globe, on mene des lignes circulaires à chaque point de diviſion: l'Axe de ce petit Globe, Axe que nous ſuppoſerons toujours parallele à l'Axe de la Terre & du Monde, ſera un Style qui marquera les heures dans la plus grande préciſion; & la partie inférieure de la ſurface de ce même Globe, diviſée & ſubdiviſée en parties égales, ſera une *très-exacte Montre ſolaire.*

VI°. Si ce Globe de verre, reſtant le même & & conſervant toujours la même poſition, on reçoit ſur un *Plan fixe quelconque*, les Ombres que ſon Axe projecte ſur chaque diviſion de ſa ſurface inférieure: *ces Ombres*, prolongées hors du Globe & tracées en lignes indéfinies ſur le Plan, donneront ſur ce Plan, un *Cadran ſolaire;* qui diviſera encore en tems égaux, la révolution diurne du Soleil au-deſſus de l'horiſon.

Cette Théorie renferme & préſente, comme on voit, une *Methode générale pour conſtruire des Cadrans ſolaires*, ſur un Plan quelconque, horiſontal, vertical, équinoxial, déclinant.

Toute la difficulté conſiſte uniquement, à donner à l'Axe qui doit ſervir de Style, une *direction exacte vers le Pole viſible:* ce que l'on peut faire aſſez aiſément, en traçant une Méridienne ſur un Plan horiſontal; & en donnant à l'*Axe du Globe en queſtion*, la direction de cette Méridienne, & une inclinaiſon ſur ce Plan horiſontal, égale à la hauteur du Pole dans le plan du Méridien. (1357).

Par exemple, ſi le *Pole viſible* eſt élevé de quarante-ſix degrés & demi au-deſſus de l'horiſon: il faut que

l'axe du Globe de verre, placé dans le plan du Méridien, faſſe ſur le Plan horiſontal, un angle de quarante-ſix degrés & demi. (*Fig.* 1).

VII°. Si l'Axe du même Globe de verre, reſtant le même & dans ſa même poſition parallele à l'Axe de la Terre & du Monde; le Globe de verre vient à s'évanouir: l'*Ombre de l'Axe*, aura les mêmes révolutions qu'auparavant, & ſera projectée de même ſur différens points des ſurfaces quelconques qu'elle rencontrera.

Il ne s'agira donc que d'eſpacer ces Ombres, relativement à la poſition des ſurfaces ſur leſquelles elles ſont reçues, hors du Globe de verre qui s'eſt évanoui, & ſur la ſurface duquel elles opéreroient des diviſions égales dans des tems égaux.

Delà, l'origine des Cadrans ſolaires quelconques. Delà, une Méthode ſimple & facile, pour conſtruire des Cadrans ſolaires ſur une ſurface quelconque, par le moyen d'un *Globe artificiel* de deux ou trois pieds de diametre; compoſé uniquement, & d'un Equateur diviſé en parties égales dans ſa circonférence, & d'un Axe parallele à l'axe de la Terre & du Monde.

1363. REMARQUE. D'après ces mêmes Principes, on peut conſtruire en cette maniere, une *Montre ſolaire ſinguliere*, dont Kirker a donné la premiere idée; mais dont nous allons donner une théorie toute différente de celle de Kirker. (*Fig.* 44).

I°. Sur un Mur librement expoſé aux rayons du Soleil, choiſiſſez à volonté un point fixe A; & élevez au-deſſus de ce point, une *grande Plaque GBHD*, de tôle ou de fer-blanc, dont le plan faſſe ſur ce mur un angle égal à celui que feroit ſur le même mur, l'axe de la Terre & du Monde.

Après quoi, ſur cette Plaque oblique à l'horiſon, tracez du nord au midi, une ligne MN ou BD ou

GH ou EF, parallele à l'Axe du Monde. (1357).

Cette Ligne EF, par exemple, ſera *comme la Directrice* de toute la Montre ſolaire à conſtruire.

II°. Ayez une Regle mobile *mm*, *nn*, *rr*, qui aboutiſſe de la partie ſupérieure à la partie inférieure de cette Plaque; qui déborde de part & d'autre; & qui puiſſe être fixée à la Plaque par le moyen de deux vis, dans différentes directions BD, MN, GH, ſelon que le Mur ſera dirigé vers le midi, ou vers le levant, ou vers le couchant.

Ayez auſſi, à votre voiſinage, une *Montre ſolaire*, préexiſtante & exacte; & dans un beau jour quelconque, quand la montre ſolaire marquera huit heures du matin, par exemple; diſpoſez la Regle ſur la Plaque à laquelle elle eſt immobilement fixée, en telle ſorte que la Regle *mm* étant parallele à la Directrice EF, les extrémités *m* & *m* de l'ombre de la Regle, donnent ſur le Mur, une Ligne droite qui paſſera par le Point A.

Il eſt clair qu'à huit heures du matin, le centre du Soleil eſt dans un Méridien dont le plan paſſe ſenſiblement par le point A (1354); & que pendant toute l'année, le centre du Soleil, à huit heures du matin, eſt dans le plan du même méridien, ſoit plus au midi, ſoit plus au nord.

Ainſi, en traçant ſur la Plaque, une grande ligne *mm*, parallele à la Regle, & en faiſant une inciſion d'environ deux lignes de large à la Plaque dans toute la longueur de cette ligne *mm*, on ouvrira à la lumiere du Soleil, un paſſage pour ſe porter ſur le point A, à huit heures du matin, pendant toute l'année.

Cette *Trace de lumiere*, s'éloignera du point A, en allant vers l'orient: à meſure que le Soleil avancera vers le méridien & vers l'occident.

III°. Quand la Montre ſolaire préexiſtente mar-

quera midi : les deux extrémités de la Regle mobile, placée dans la direction EF, donneront ſur le mur une ombre EAF, qui paſſera par le point A, lequel ſe trouve & ſe trouvera toute l'année dans le plan du Méridien.

Ainſi, en traçant ſur la Plaque une grande ligne EF, & en faiſant une inciſion dans toute cette ligne, on donnera paſſage à une *Ligne lumineuſe*, qui à midi couvrira le point A pendant toute l'année ; & qui avant & après midi, ſe portera à l'occident & à l'orient du point A.

IV°. Quand la Montre ſolaire préexiſtente marquera trois heures du ſoir : on conduira la Regle mobile en *rr* ou en *ss*, parallélement à la Directrice EF ; en telle ſorte que les deux extrémités ſaillantes de la Regle, donnent une ombre qui paſſe par le point A.

Il eſt clair qu'à trois heures du ſoir, le Soleil eſt dans le plan d'un Méridien qui paſſe ſenſiblement par le point A ; & qu'une inciſion *rr* ou *ss* faite ſur la Plaque, donnera paſſage à une Ligne lumineuſe, qui ſe portera toujours ſur le point A, quand le centre du Soleil atteindra ce même Méridien à trois heures du ſoir, plus au nord ou plus au midi.

V°. On fera de la même maniere, les autres diviſions & les autres inciſions *nn*, *vv*, ſur la même Plaque : en prenant toujours pour guide les heures marquées par la Montre ſolaire préexiſtente, qui ſert de Regle & qui doit être parfaitement exacte. Après quoi, on marquera au haut ou au bas de la Tôle, en *mm*, *nn*, EF, *rr*, *ss*, *vv*, les heures qui conviennent à chaque diviſion ; & on découpera les points de la Tôle où les heures ſont marquées, afin qu'elles puiſſent ſe tracer en points lumineux ſur le Mur.

Un Ange ou un Génie, peint ſur le Mur & ſous la Tôle, marquera par le bout de ſon doigt terminé

au

au point A, l'*Heure préſente :* qu'il fera diſtinguer des autres heures également tracées ſur le Mur & dans l'Ombre en traits mobiles de lumiere, mais toutes placées hors du point A.

## PARAGRAPHE SECOND.

### FIGURE DE LA TERRE.

QUELLE eſt la vraie figure de la Terre ; comment & d'après quels Principes a-t-on trouvé & démontré, qu'elle eſt un peu applatie vers ſes Poles & un peu renflée vers ſon Equateur ; comment & d'après quelles Méthodes géométriques eſt on venu à bout de trouver & de déterminer les vraies dimenſions de ſa Circonférence & de ſon Diamètre, les vraies Latitudes & les vraies Longitudes de ſes différentes Contrées, de ſes principales Villes ? Tel ſera l'objet de ce ſecond Paragraphe.

### PROPOSITION I.

1364. *La Terre eſt un Corps à ſurface ſenſiblement ſphérique.* (Fig. 11 & 61).

DÉMONSTRATION. Pour décider, d'après le témoignage des Obſervations expérimentales, quelle eſt ſenſiblement la *figure de la Terre :* il ſuffit d'en obſerver vaguement la ſurface, & dans la direction du Méridien, & dans la direction de l'Equateur ou d'un Parallele à l'Equateur.

I°. Portons nos regards ſur la ſurface de la Terre, d'occident en orient, ou d'orient en occident.

Si la Terre étoit plane ; il eſt évident que le même Aſtre ſe leveroit & ſe coucheroit au même inſtant, pour tous les Peuples qui habitent la même ſurface : puiſqu'un *Point rayonnant*, dont rien n'in-

tercepte les rayons, ne peut éclairer quelques Points d'une ſurface plane, ſans éclairer en même tems tous les autres points de cette même ſurface.

Or, il eſt conſtant que le contraire arrive. Car, tout le Monde ſait que le Soleil, par exemple, ſe leve & ſe couche plus tôt à Conſtantinople qu'à Paris : que quand il eſt midi à Paris, on ne compte que onze heures dans un lieu plus occidental de quinze degrés ; & que l'on compte déjà une heure, dans un lieu plus oriental de quinze degrés ; & ainſi du reſte. (1362).

II°. Obſervons maintenant la Terre du midi au nord, ou du nord au midi : la même *Figure courbe & ſenſiblement ſphérique* s'y fait appercevoir.

Car, à meſure que l'on avance ſur un même Méridien terreſtre, du midi vers le nord, ou du nord vers le midi : on voit le Pole vers lequel on tend, s'élever ; & le Pole oppoſé s'abaiſſer : ce qui évidemment n'auroit point lieu, ſi la Terre étoit plane, ſi la Terre n'étoit pas ſenſiblement ſphérique.

III°. Cette *même Sphéricité de la Terre*, ſe fait ſentir d'une maniere bien frappante, ſur la Mer. Qu'un Vaiſſeau parti de Londres ou de Breſt, s'avance au vaſte ſein de l'Océan, ou parallélement à l'Equateur, ou parallélement au Méridien. Un Obſervateur placé ſur ce Vaiſſeau, en faiſant le tour du Monde, apperçoit au loin les Montagnes des Contrées où il aborde ſucceſſivement, avant d'en appercevoir les plaines & les ports ; & les habitans de ces Contrées, qui de leurs Rivages obſervent au loin la ſurface de leurs Mers, découvrent les mâts & les voiles du Vaiſſeau qui tend vers leurs Rivages, avant d'en voir la carcaſſe encore cachée derriere la convexité des eaux : ce qui évidemment ne pourroit point avoir lieu, ſi la Terre n'étoit pas ſenſiblement ſphérique,

Par exemple, un Œil placé en B ne peut point voir un objet placé en K : parce qu'entre le point B & le point K, ſe trouve une éminence ou un renflement S de terre ou d'eau, qui empêche les rayons réfléchis par le point K, de ſe porter en B. (*Fig.* 61).

IV°. De tout cela il réſulte évidemment que la Terre eſt, ou un vrai Globe, ou un Solide dont la figure, enviſagée en grand, ne s'éloigne point ſenſiblement de la figure d'un Globe. C. Q. F. D.

1365. REMARQUE. Les Montagnes dont la Terre eſt hériſſée, ne ſont aucunement incompatibles avec la *Figure ſenſiblement ſphérique* que nous lui attribuons & que nous y obſerverons : ſoit parce que les inégalités qu'elles y cauſent, n'occupent qu'une très-petite portion de ſa Surface ſolide & liquide ; ſoit parce que ces inégalités, vues d'un certain éloignement, deviennent comme inſenſibles à l'œil, & qu'elles ſont toujours ſenſiblement nulles en comparaiſon de la Maſſe entiere à laquelle elles ſont adhérentes. (*Fig.* 61 & 65).

Car, la hauteur des Montagnes les plus élevées au-deſſus du niveau de la Mer, & qui ſont en fort petit nombre, n'eſt guere que la deux-millieme partie du diametre de la Terre ; & la hauteur du commun des Montagnes remarquables, n'eſt qu'environ la dix-millieme ou la quinze-millieme partie de ce même diametre. (498 & 1064).

Quoique la Terre ſoit réellement un peu applatie vers les Poles & un peu renflée vers l'Equateur, comme nous le ferons voir bientôt : nous allons la conſidérer ici comme un vrai Globe, comme parfaitement ſphérique ; telle qu'elle ſe montreroit à nos regards, étant vue d'un certain éloignement, par exemple, d'un point placé à la diſtance de la Lune, ou à la moitié ou au quart de cette diſtance.

Nous ferons voir enſuite, pourquoi & comment il faut rectifier cette Suppoſition.

### *DIMENSIONS DU MÉRIDIEN TERRESTRE.*

1366. PROBLÊME. *Meſurer la Circonférence d'un Méridien terreſtre.* (Fig. 11).

EXPLICATION. Avant de réſoudre ce *Problême fondamental*, il eſt à propos de rappeller & de préſenter ici en peu de mots, les Principes généraux qui doivent en donner & en établir la Solution.

I°. En conſidérant ici la Terre comme une vraie Sphere : un *Méridien terreſtre quelconque* ſera un grand Cercle de cette Sphere; & on ſait que les *grands Cercles d'une Sphere*, ſont tous égaux entre eux; qu'ils ont tous un même nombre de degrés égaux, dans leur Circonférence; & que connoître la grandeur d'un de ces degrés, c'eſt connoître la grandeur de toute la circonférence, qui eſt néceſſairement le *Produit de ce degré connu*, par 360; c'eſt-à-dire, par le nombre de degrés égaux que renferme cette circonférence.

Ainſi, en ſuppoſant que l'Arc terreſtre $fk$, ſoit préciſément égal à un degré : en connoiſſant en nombre de lieues ou de toiſes, la grandeur de cet Arc: on connoîtra la grandeur de toute la circonférence ſphérique ABCD, qu'il s'agit ici de trouver.

II°. Il eſt démontré par les différentes Obſervations qui ont été faites depuis un ſiecle, dans toutes les Contrées de la Terre, en Europe, en Aſie, en Afrique, en Amérique, que les Corps terreſtres gravitent toujours & par-tout vers le centre T de la Terre; & que la *Ligne de leur gravitation*, eſt toujours & par-tout perpendiculaire au Point de la Surface terreſtre qu'elle atteint, & à l'horiſon ſenſible & aſtronomique de ce Point de la ſurface terreſtre: que cette Ligne de gravitation, indéfiniment prolon-

gée dans le Ciel, donne les différens Zéniths de tous les Points de la ſurface de la Terre ; zéniths toujours & par-tout éloignés de quatre-vingt-dix degrés, de l'horiſon ſenſible & de l'horiſon aſtronomique.

De cette Obſervation générale, que l'on doit regarder comme un Axiome fondamental dans la Queſtion préſente, il réſulte que l'homme A a ſon zénith en M ; l'homme B, en R ; l'homme C, en N ; l'homme D, en V :

Que ſi l'homme C paſſe de C en *k*, il aura pour zénith le point X ; que s'il paſſe en *f*, il aura pour zénith le point S ; que s'il paſſe en B, il aura pour zénith le point R ; & ainſi du reſte : quelle que ſoit ſa route, du midi au nord ou du nord au midi, du levant au couchant ou du couchant au levant.

III°. La Terre étant ſuppoſée ſphérique : il eſt évident que la circonférence du Méridien terreſtre ABCDA, & la circonférence du Méridien céleſte MRNVM, ſont deux Circonférences concentriques ; dont les Arcs quelconques *fk* & SX, interceptés entre les mêmes Rayons TS & TX, ſont ſemblables.

Donc, ſi l'Arc céleſte SX eſt d'un degré : l'Arc terreſtre ſemblable *fk* ſera auſſi d'un degré. Donc, ſi l'Arc céleſte SX eſt la trois cent-ſoixantieme partie du Méridien céleſte : l'Arc terreſtre *fk* ſera auſſi la trois cent-ſoixantieme partie du méridien terreſtre ACDA.

Donc, ſi l'Arc terreſtre *kf* renfermoit exactement vingt-cinq de nos lieues communes, par exemple : la circonférence entiere du Méridien terreſtre ABCDA, renfermeroit exactement 360 fois vingt-cinq de ces mêmes lieues communes.

Il s'agit donc ici, dans le Problême à réſoudre, de meſurer avec une parfaite préciſion, ſur un même Méridien, un Eſpace intercepté entre deux Rayons

TX & TS, qui embraſſent préciſément un degré du Méridien céleſte.

IV°. On ſait que le *Zénith d'un Lieu terreſtre quelconque*, eſt toujours dans le prolongement du Rayon terreſtre qui du centre de la Terre, aboutit à ce lieu; par exemple, que le Zénith du Point C eſt en N, à l'extrémité du Rayon terreſtre prolongé TC; que le zénith du Point *k* eſt en X, à l'extrémité du Rayon terreſtre prolongé T*k*X; & par conſéquent, qu'en ſuppoſant que la Ligne RTV ſoit l'Axe de la Terre & du Monde, qui donne les deux Poles R & V; *l'Homme C*, en marchant de C vers B ſur la ſurface terreſtre, aura ſucceſſivement ſon Zénith NXS d'autant plus près du Pole céleſte R, qu'il ſe ſera plus approché du Pole terreſtre B.

SOLUTION. Sur un même Méridien terreſtre, qu'il eſt facile de trouver & de déterminer (1357); je prends deux différentes Stations *k* & *f*, par exemple, Paris & Amiens, qui ſoient éloignées l'une de l'autre, d'environ vingt ou trente lieues. (*Fig.* 11).

Dans le Problême à réſoudre, il s'agit de déterminer deux choſes différentes: ſavoir, quelle eſt la *Grandeur relative* de l'Arc terreſtre *kf*, par rapport à la circonférence entiere du Méridien terreſtre ABCDA; & quelle eſt la *Grandeur abſolue* de ce même Arc terreſtre *kf*, en lieues, en toiſes, en pieds.

I°. Les deux Stations *k* & *f*, ſont éloignées l'une de l'autre en nombre de minutes & de ſecondes, autant préciſément que ſont éloignés l'un de l'autre en nombre de minutes & de ſecondes, leurs deux Zéniths X & S. Il s'agit donc d'évaluer en ce genre, la grandeur de l'Arc céleſte SX; & on trouvera cette grandeur, en cherchant la diſtance de l'un & de l'autre Zénith au Pole R, par le moyen d'un

Quart de Cercle aſtronomique exactement diviſé en degrés, en minutes, & en ſecondes. (*Math.* 421).

Avec un Quart de Cercle aſtronomique, je meſure en *k*, la hauteur du Pole R (1355); & je ſuppoſe que la diſtance du Pole R a mon Zénith X, ſoit exactement de 42 degrés.

J'avance enſuite de *k* en *f*, ſur le même Méridien; & avec le même Inſtrument aſtronomique, je meſure encore en *f*, la hauteur du même Pole R. Suppoſons que l'Arc RS, qui meſure la diſtance du Pole à mon nouveau Zénith S, ſoit de 41 degrés.

Il eſt clair que dans le *Triangle STX*, les Arcs ſemblables SX & *fk*, ſeront chacun d'un degré; & que la diſtance des deux Stations *k* & *f*, eſt la trois cens-ſoixantieme partie de la circonférence ABCDA du Méridien terreſtre.

Si les deux Arcs ſemblables SX & *fk* ſont de plus ou de moins d'un degré: il ſera facile de les rapporter à l'évaluation d'un degré précis.

II°. Il s'agit maintenant de trouver en toiſes & en pieds, la *grandeur abſolue* de l'Arc terreſtre *fk*, que nous ſuppoſerons toujours préciſément d'un degré.

Pour trouver en ce genre, la grandeur de cet Arc *fk*, je meſure, en partie la Perche à la main, en partie par le ſecours de la Trigonométrie, l'Eſpace *fk*, intercepté entre les deux Stations dont les Zéniths S & X interceptent préciſément un degré de la circonférence du Méridien céleſte; & l'Eſpace trouvé eſt préciſément la trois cent-ſoixantieme partie de la circonférence du Méridien terreſtre ABCDA.

Si l'Eſpace *fk* eſt exactement meſuré; ſi l'Arc céleſte SX eſt pris avec une parfaite préciſion; ſi la ſurface de la Terre eſt parfaitement ſphérique; il eſt évident que j'aurai la longueur de toute la Circonférence du Méridien terreſtre, avec la même exac-

titude & la même préciſion, que la diſtance interceptée entre les deux Stations *f k* : puiſque la diſtance interceptée entre ces deux Stations, eſt exactement & préciſément la trois-cent-ſoixantieme partie de la circonférence à meſurer.

1367. REMARQUE I. Comme il ſeroit viſiblement impoſſible de meſurer exactement, la Perche ou le Cordeau à la main, ſur un même Méridien terreſtre, une étendue de vingt ou trente lieues : on a recours, dans ces ſortes d'Opérations, aux *Meſures Géométriques*, dont nous allons préſenter ici un exemple général dans celles qui ont été miſes en œuvre pour évaluer *un degré du Méridien terreſtre*, entre Paris & Amiens. (*Fig.* 60).

I°. On choiſit d'abord arbitrairement, au voiſinage de la Méridienne à tracer & de l'Arc à meſurer ſur cette Méridienne, une *fort grande Baſe AB*, de quatre ou cinq mille toiſes de longueur; qui puiſſe être aiſément & exactement meſurée, la Perche ou le Cordeau à la main.

II°. Après quoi, par une plus ou moins longue ſuite de Triangles, tous liés les uns aux autres, & tous liés au *Triangle primitif ABC*, on meſure géométriquement, à travers les Montagnes & les Vallées, à travers les Marais, les Forêts, & les autres lieux inacceſſibles, la *diſtance EGIMX*; & ſur cette diſtance connue, on prend deux Points extrêmes P & S dont les Zéniths ſoient éloignés préciſément d'un degré dans la circonférence du Méridien céleſte; & par conſéquent, dans la circonférence correſpondante & concentrique P *n m* N S du Méridien terreſtre.

III°. D'après ces Opérations, on trouve géométriquement les divers Côtés des Triangles liés entre eux, dont la ſuite & l'enſemble doit donner la Meſure que l'on cherche. Par exemple :

La *Baſe AB*, choiſie arbitrairement où l'on veut, & meſurée avec la plus ſcrupuleuſe attention, ſur un Terrein bien uni & partout en ligne droite, devient le *Côté connu* du Triangle ACB : ce qui en fait connoître géométriquement le Côté AC, que l'on ne pourroit pas meſurer en lui-même, par le moyen de la Perche ou du Cordeau. (*Math.* 702 & 705).

Ce *Côté AC*, géométriquement trouvé & connu, devient la baſe connue du Triangle ACD ; & en fait géométriquement connoître les côtés AD & DC.

Le *Côté DC*, ainſi trouvé & connu, devient la baſe connue des Triangles DCE, DCF, DHC ; & en fait connoître les côtés.

Le *Côté connu FH* fait connoître de même le côté GH ; qui devient la baſe connue du Triangle GHI, & fait connoître le côté HI du Triangle ſuivant IHK.

Le *Côté connu DE* fait connoître le côté EG du Triangle GDEG ; & par conſéquent, la diſtance de Malvoiſine à Mareil.

Le *Côté connu HI* fait connoître de même le côté GI ; & par là même, la diſtance de Mareil à Clermont.

Ce même côté HI fait connoître de plus le côté IK. Celui-ci fait connoître le côté IL, lequel fait connoître à ſon tour le côté IN ; & par conſéquent, la diſtance de Clermont à Sourdon.

La *diſtance EN de Malvoiſine à Sourdon*, répond à un Arc céleſte & à un Arc terreſtre, d'un degré onze minutes cinquante-ſept ſecondes ; & cette diſtance eſt de 68430 toiſes & trois pieds : ce qui donneroit environ 57064 toiſes pour *un Degré* du Méridien terreſtre, à la latitude de Paris.

IV°. Si on veut pouſſer la Méridienne ZPN au-delà de Sourdon : le côté déjà connu NL fera connoître dans le Triangle NRL, le *Côté RN*, par le moyen duquel on trouvera le *côté NT* : celui-ci fera trouver

le *Côté TX*, qui donnera le *côté VX* dans le Parallele de la Ville d'Amiens X.

Par ce moyen on trouvera que l'Arc terreſtre PS, d'un degré précis, depuis le Parallele de Notre-Dame de Paris, juſqu'au Point S pris à deux minutes & trente-ſix ſecondes au midi du Parallele d'Amiens, eſt de 57072 toiſes.

V°. Telle eſt, pour le fond géneral des choſes la *Méthode géométrique* par le moyen de laquelle ont été meſurés en Europe, en Amérique, en Afrique, les ſix différens degrés du Méridien terreſtre, dont nous parlerons bientôt.

On pourra prendre, ſi l'on veut ſur ce même Objet, des lumieres plus étendues, plus détaillées, plus développées, dans le Traité de Nivellement, qui forme un même Volume in-douze avec notre Eſſai ſur le Nivellement.

1367. II°. REMARQUE II. Par cette Méthode géométrique, qui eſt fort ſimple en apparence, & qui ne laiſſe pas de renfermer bien des difficultés dans la pratique, on a trouvé ainſi que nous venons de l'expliquer, qu'*un degré du Méridien terreſtre entre Paris & Amiens, renferme environ* 57072 *Toiſes* : ce qui donneroit pour toute la circonférence entiere du Méridien terreſtre, 57072 × 360 toiſes; ou 20545920 toiſes, qui font à peu près 8984 lieues communes de France.

I°. Je dis que le degré du Méridien terreſtre entre Paris & Amiens, eſt d'*environ* 57072 *Toiſes* : car ce même Degré ayant été meſuré ſucceſſivement par les plus habiles Géometres, par les plus célebres Aſtronomes; les réſultats de ces Meſures, ne ſe ſont pas trouvés en tout parfaitement les mêmes.

Selon les meſures de l'Abbé Picard, l'Arc *k f* ou PS d'un degré, entre Paris & Amiens, eſt de 57060 toiſes. (*Fig.* 11 & 60).

Selon les meſures de M. de Maupertuis, fondées en parties ſur celles de l'Abbé Picard, ce même Arc *kf* ou PS eſt de 57183 toiſes.

Selon les meſures de M. Caſſini, l'Arc moyen d'un degré du Méridien terreſtre en France, eſt de 57061 toiſes.

Ce même degré du Méridien terreſtre entre Paris & Amiens, a été fixé par M. de Lalande, à 57072 toiſes; & c'eſt la meſure que nous adoptons.

II°. On ne doit pas être ſurpris qu'il ſe trouve toujours quelques *petites Différences*, entre les réſultats des Meſures géométriques. Car, tout le Monde ſait que les Meſures géométriques ſont toujours fondées ſur les Meſures phyſiques, dans leſquelles il eſt impoſſible d'atteindre toujours la rigoureuſe préciſion.

Par exemple, ſi dix ou douze Perſonnes meſurent ſéparément une étendue de quarante ou cinquante toiſes ſur le Terrein le plus ſolide & le plus uni: il arrivera toujours que leurs meſures, priſes avec le plus grand ſoin, différeront de quelques lignes. Ces *petites Différences*, répandues proportionnellement ſur une très-grande étendue, donneront à la fin des Réſultats qui différeront de quelques toiſes; mais qui doivent être cenſés équivalemment les mêmes dans la réalité.

Pour corriger, autant qu'il eſt poſſible, ces erreurs inévitables; on prend une *Meſure moyenne* entre les plus grands & les plus petits Réſultats: comme a fait ſans doute, dans le cas préſent, M. de Lalande.

### *INÉGALITÉ DES DEGRÉS DU MÉRIDIEN TERRESTRE.*

1368. OBSERVATION. Les *degrés du Méridien terreſtre*, ne ſont pas exactement de même longueur, dans

toute la Terre. Cette longueur va en croiſſant inſenſiblement, d'un degré à l'autre, depuis l'Equateur juſqu'aux deux Poles de la Terre : ce qui prouve & démontre, comme nous le ferons voir bientôt, que la Terre, quoique ſenſiblement ſphérique, eſt réellement un peu applatie vers ſes Poles, & un peu renflée vers ſon Equateur.

Nous avons *ſix différens Degrés du Méridien terreſtre*, meſurés géométriquement par les meilleurs Géometres & par les plus habiles Aſtronomes de notre ſiecle. Voici, d'après M. de Lalande, les Meſures de ces différens degrés; les Lieux & les Latitudes où chacune de ces meſures, a été priſe; & les noms des Hommes célebres à qui l'on en eſt redevable. Ces ſix Degrés ont été géométriquement meſurés :

I°. Au Pérou, entre Cotcheſqui & Tarqui, par Meſſieurs Bouguer & de la Condamine. Leurs deux Obſervatoires, dont l'un étoit préciſément ſous l'Equateur & ſans aucune latitude, embraſſoient une étendue de 176950 toiſes, ou d'environ quatre-vingt lieues, ſur le même Méridien terreſtre. Là, le premier degré du Méridien terreſtre, en allant de l'Equateur vers le pole auſtral, eſt de 56750 toiſes de Paris. (*Fig.* 60 & 61).

II°. Au Cap de Bonne-Eſpérance, au-delà de l'Equateur, entre le Cap & Klipfonteyn, à trente-trois degrés & dix-huit minutes de Latitude auſtrale, par l'Abbé de la Caille. Les deux Stations extrêmes de cette Obſervation, embraſſoient une étendue de 69669 toiſes, ſur le même Méridien terreſtre; & un degré de ce Méridien, à cette Latitude eſt de 57037 toiſes.

III°. En Italie, entre Rome & Rimini, à quarante-trois degrés de Latitude boréale, par les Jéſuites Maire & Boſcovik. Là, le degré du Méridien terreſtre, eſt de 56979 toiſes.

IV°. Au midi de la France, à quarante-cinq degrés de Latitude, par Meſſieurs de la Caille & de Thuri. Là, le degré du Méridien terreſtre, eſt de 57028 toiſes.

V°. Au Nord de la France, entre Paris & Amiens, à quarante-neuf degrés & vingt-trois minutes de Latitude, par Meſſieurs Picard, de Maupertuis, &c. Là, le degré du Méridien terreſtre, eſt de 57072 toiſes : ainſi que nous l'avons précédemment obſervé & expliqué. (1367).

VI°. En Lapponie, ſous le Cercle polaire, entre Torneo & Kitis, à ſoixante-ſix degrés & vingt minutes de Latitude, par Meſſieurs de Maupertuis, Clairaut, le Camus, le Monnier, & Celſius profeſſeur d'aſtronomie à Upſal. Là, le degré du Méridien terreſtre, eſt de 57422 toiſes.

On voit par-là, que toutes les Opérations géométriques & aſtronomiques, ſur leſquels on peut le plus compter, & dans leſquelles on ne peut ſoupçonner que d'infiniment petites erreurs, s'accordent comme unanimement à démontrer l'*Alongement des degrés du Méridien terreſtre*, en allant de l'Equateur vers les Poles ; & par-là même, l'Applatiſſement de la Terre vers les Poles & ſon Renflement vers l'Equateur.

En comparant entre elles, les précédentes *Meſures d'un degré du Méridien terreſtre :* on verra qu'un degré de ce Méridien, a 322 toiſes de moins ſous l'Equateur, qu'à la Latitude de Paris ; & 672 toiſes de moins ſous l'Equateur, que ſous le Cercle polaire.

Ces *différentes Meſures géometriques*, les plus ſûres & les plus exactes que l'on puiſſe jamais attendre en ce genre, parce qu'elles ont été priſes & par les plus grands Maîtres & avec les plus excellens Inſtrumens, dans un ſiecle où l'Aſtronomie eſt à peu près portée au plus haut point de perfection où elle puiſſe atteindre, s'accordent toutes, comme on voit, à donner une *plus grande Etendue* aux degrés du Méridien

terreſtre, en allant de l'Equateur aux Poles de la Terre.

Ces mêmes Meſures ont été ſoumiſes aux plus rigoureux examens, depuis qu'elles ont été rendues publiques; & après avoir été comparées les unes aux autres, par les Euler, par les de Lalande, par une foule d'autres grands Géometres, elles ont ſubi quelques *petites Corrections*, néceſſaires pour les concilier entre elles, le plus parfaitement qu'il eſt poſſible: Corrections qui ont conſiſté ſimplement à ajouter ou à retrancher un *petit nombre de toiſes*, aux Dimenſions primitives, données par les grands hommes qui ont préſidé aux Opérations géométriques & aſtronomiques d'où elles réſultent.

### *PROBLÊMES SUR LA LATITUDE ET SUR LA LONGITUDE TERRESTRES.*

1369. PROBLÊME I. *Trouver la Latitude d'un Lieu terreſtre.* (Fig. 11).

SOLUTION. La *Latitude d'un Lieu terreſtre*, par exemple, de Paris ou de Londres, eſt l'*Arc NX ou NS du Méridien*, intercepté entre l'Equateur NMN & le Zénith, de ce Lieu. Soit donc *f* le Lieu terreſtre dont on cherche la Latitude, ſur le méridien céleſte GSH terminé par l'Horiſon GTH.

I°. Avec un Quart de Cercle aſtronomique, exactement diviſé en minutes & en ſecondes; je meſure en *f*, la diſtance du Zénith S au Pole R (1355): ſuppoſons la diſtance trouvée RS du pole au zénith, égale à 42 degrés.

Le Pole étant par-tout éloigné de l'Equateur, de 90 degrés: il eſt clair que l'Arc RS de 42 degrés, eſt le complément de l'Arc SN qui ſera de 48 degrés.

II°. L'angle STN & l'angle *f*TC ſont égaux: puiſqu'ils ne ſont qu'un même angle. Donc l'arc SN, ou

l'arc $f$C, peuvent être pris indifféremment pour la meſure de cet angle.

Donc l'arc SN étant de 48 degrés : l'arc $f$C ſera auſſi de 48 degrés. Donc le zénith S étant à 48 degrés au nord de l'équateur céleſte N : le Lieu $f$ qui a la même latitude que ſon zénith, ſera auſſi à 48 degrés au nord de l'équateur terreſtre C. Donc la latitude du Lieu ou du Point $f$, ſera trouvée.

Nous avons déjà donné ailleurs une Solution préliminaire de ce même Problême : en ſuppoſant le Pole céleſte donné & connu. (1149).

III°. On conçoit qu'en faiſant la même Opération aſtronomique dans toutes les Villes du monde : on trouvera, & leur Latitude abſolue, & leur Latitude relative ; qu'il ſera facile de tranſporter dans les Cartes géographiques.

IV°. Sur la Mer, où l'on n'a pas un Obſervatoire fixe & immobile, comme ſur la Terre, on n'a pas les Latitudes avec la même préciſion rigoureuſe : mais on l'a avec aſſez de préciſion, pour connoître ſuffiſamment de quelle quantité à fort peu près, on s'eſt rapproché ou éloigné de l'Equateur terreſtre.

Pendant le jour, la *Déclinaiſon connue* du Soleil & de la Lune, pendant la nuit, la Déclinaiſon également connue de telles & telles Etoiles (1154), deviennent comme des *Points fixes dans le Ciel ;* & ces Points fixes, obſervés avec un demi-Quart de cercle convenable, ſous des angles tantôt plus & tantôt moins grands de telle quantité, font connoître aſſez aiſément ſur Mer, avec toute la préciſion dont on peut avoir beſoin, les différentes Latitudes où l'on ſe trouve. Il n'en eſt pas de même à l'égard des Longitudes : ainſi que nous l'obſerverons bientôt.

1370. PROBLÊME II. *Trouver la différence de Longitude, entre deux Lieux terreſtres.* (Fig. 45).

SOLUTION. La *Longitude d'un Lieu terreſtre*, par exemple de Paris ou de Conſtantinople, eſt l'*Arc de l'Equateur*, ou d'un Cercle parallele à l'équateur, intercepté entre le Méridien qui paſſe par l'Iſle-de-Fer, & le Méridien qui paſſe par le Lieu dont on cherche la longitude. Cet Arc ſe meſure par le moyen des éclipſes de Lune; ou plus commodément encore, par les éclipſes preſque journalieres du premier Satellite de Jupiter (1199 & 2252): comme nous allons l'expliquer.

Soit ABC une portion de la Surface terreſtre, ſur laquelle ſont placées trois Villes A, B, C; la premiere plus à l'occident, les deux autres plus à l'orient. Suppoſons la Ville B, dans le *milieu de l'Iſle-de-Fer*; où nous plaçons le premier Méridien & le commencement de l'Equateur: en comptant de ce *premier Méridien*, les degrés de Longitude, d'occident en orient ſur l'Equateur & ſur tout Cercle parallele à l'équateur. (1146).

I°. Le Soleil, en faiſant ſa révolution diurne réelle ou apparente autour de la Terre, paſſe avec un mouvement uniforme par tous les Méridiens, dans l'eſpace de vingt-quatre heures; & donne toujours & partout midi, ſous le Méridien dans le plan duquel il ſe trouve.

Donc, quand le centre du Soleil ſe trouve dans le plan du Méridien de Conſtantinople, il donne midi à Conſtantinople; tandis qu'on ne comptera midi à Paris que long-tems après, quand le centre du Soleil, ſera dans le plan du Méridien de Paris.

II°. En ſuppoſant l'Equateur & tous les Cercles paralleles à l'équateur, diviſés en parties égales par autant de Méridiens qu'il y a de degrés: on aura la Terre & le Ciel diviſés d'un Pole à l'autre, par 360 Méridiens, que le Soleil parcourt uniformément dans l'eſpace de vingt-quatre heures. Le Soleil parcourt

court donc quinze de ces Méridiens, ou *quinze degrés* de l'Equateur & de tout Cercle parallele à l'équateur, par heure. Donc, quand on compte midi à Paris, on compte déjà une heure ſous un Méridien plus oriental de quinze degrés : tandis qu'on ne compte encore que onze heures, ſous un Méridien plus occidental de quinze degrés.

Donc, *une Pendule reglée ſur le Méridien de Paris*, differe d'une heure, d'une autre Pendule reglée ſur le Méridien d'un Lieu plus oriental ou plus occidental de quinze degrés ; & ainſi du reſte. (1362).

III°. Soient maintenant *deux Villes A & C*, l'une plus à l'orient & l'autre plus à l'occident, à une égale latitude, ou à une latitude différente, où deux Aſtronomes vont obſerver une même éclipſe d'un Satellite de Jupiter. (*Fig.* 45).

Le Satellite L, en faiſant ſa révolution autour de ſa Planete principale I, ſe perd dans l'*Ombre IL de ſa Planete ;* & ne commence à être éclairé, qu'à l'inſtant où il ſort de l'ombre. Cette Emerſion eſt apperçue au même inſtant par l'obſervateur placé dans la Ville A, & par l'obſervateur placé dans la Ville C ; & donne la différence de Longitude, entre ces deux Villes.

Car, ſuppoſons que cette *Émerſion inſtantanée* arrive au moment, où en A une Pendule réglée ſur le Méridien du Lieu, marque minuit ; & où en B une autre Pendule réglée ſur le Méridien du Lieu, marque deux heures après minuit. Il eſt clair que *ces deux Villes* different en Longitude, de tout le nombre de degrés que parcourt le Soleil en deux heures de tems. Or, le Soleil, en deux heures de tems, parcourt trente degrés de l'Equateur ou d'un Cercle parallele à l'équateur : donc ces deux Villes A & C ſont éloignées l'une de l'autre en Longitude, de trente degrés.

IV°. Suppoſons qu'un troiſieme Aſtronome obſerve

la même Eclipſe, du milieu de l'Iſle-de-Fer B, où nous plaçons le *premier Méridien ;* & que cette même Emerſion du Satellite L arrive, quand une Pendule reglée ſur le méridien du Lieu, marque onze heures avant minuit.

Il eſt clair que l'Iſle-de-Fer B différera de quinze degrés en Longitude, de la Ville A & de la Ville C; & qu'en commençant à compter les Longitudes depuis le point B, où la longitude eſt nulle, la ville C aura 15 degrés, & la ville A 345 degrés de Longitude.

V°. Telle eſt la Méthode aſtronomique qui donne la différente Longitude abſolue & relative de tous les Lieux terreſtres, telle que la marquent les Cartes géographiques qui ſont exactes.

En place des éclipſes d'un Satellite de Jupiter, on peut employer de la même maniere les éclipſes de Lune. Il ne s'agit dans ces Obſervations, que d'avoir l'inſtant précis auquel l'Eclipſe finit ou commence, l'inſtant précis de l'émerſion ou de l'immerſion; & de comparer cet inſtant avec l'heure marquée par une Pendule exactement réglée ſur le Soleil.

Si l'heure marquée par deux Pendules exactes, eſt la même en B & en V : ces *deux Villes B & V* ont la même longitude.

Si l'heure marquée par deux Pendules exactes, en C & en D, eſt différente : ces *deux Villes C & D* different en longitude, proportionnellement à la différence des heures marquées.

### *LES LONGITUDES, SUR LA MER.*

1371. OBSERVATION. Pour connoître perſévéramment ſur la Mer, *à quel degré de Longitude*, l'on ſe trouve : il faudroit deux choſes qui rencontrent de très-grandes difficultés dans la Pratique; ſavoir, une *Pendule bien exacte*, dont le roulis du Vaiſſeau, la

différence de la Température, & la variation de la Gravité, ne dérangeât point les Mouvemens; & un *demi-quart de Cercle*, qui donnât exactement le Méridien du Lieu où l'on ſe trouve, malgré le Mouvement d'oſcillation, qu'a toujours le Vaiſſeau.

I°. Il eſt clair, d'après ce que nous venons d'obſerver & d'expliquer dans le Problême précédent, que cette Pendule, réglée une fois pour toutes ſur le Méridien d'un Lieu dont la Longitude eſt connue, ſur le *Méridien de Breſt*, par exemple, marqueroit une heure, quand le Soleil paſſeroit par le Méridien du vaiſſeau porté à quinze degrés plus à l'occident; marqueroit trois heures, quand le Soleil paſſeroit par le Méridien du Vaiſſeau porté à quarante-cinq degrés plus à l'occident; marqueroit enſuite deux heures, quand le Soleil paſſeroit par le Méridien du même Vaiſſeau rapproché de quinze degrés du Méridien de Breſt, par un mouvement d'occident en orient; & ainſi du reſte. (1362).

Comme les *différentes Etoiles* ont auſſi leur paſſage réglé & connu par ce Méridien de Breſt, que nous avons pris pour exemple, & auquel on peut ſubſtituer celui de Bordeaux, celui de Toulon, celui de Londres, d'Amſterdam, & ainſi du reſte: il eſt clair que les Etoiles donneroient la Longitude pendant la Nuit, ainſi que le Soleil pendant le jour.

La *Lune* & les *Planetes principales* ont auſſi leur paſſage réglé par ce même Méridien; & en ayant des Tables exactes de ce paſſage pour chaque jour de l'année, on pourroit les faire ſervir de même ſur la Mer, quoique avec un peu plus d'embarras, à y déterminer les Longitudes.

II°. Par le moyen des Inſtrumens aſtronomiques que l'on a aujourdhui dans la Marine, il n'eſt pas bien difficile de trouver avec une ſuffiſante exactitude, *l'heure qu'il eſt ſur un Vaiſſeau*; en y obſervant

la hauteur du Soleil ou d'une Etoile au-deſſus de l'horiſon actuel de ce Vaiſſeau.

La grande difficulté qui s'oppoſe à la détermination ſuffiſamment exacte des *Longitudes ſur Mer*; c'eſt donc d'y avoir une Pendule perſéveramment exacte, par le moyen de laquelle on puiſſe comparer l'heure du Lieu actuel du Vaiſſeau, avec l'heure qu'il eſt actuellement au Lieu que l'on a pris pour terme de comparaiſon, à Breſt, par exemple.

III°. Cette grande Difficulté a été en très-grande partie vaincue & ſurmontée, dans ce ſiecle, par le *célebre Harriſſon*, & par un petit nombre d'autres Artiſtes habiles, tels que Meſſieurs Arnold & Kendal en Angleterre, & Meſſieurs le Roi & Berthoud en France; que l'exemple & le ſuccès de Harriſſon, a entraînés dans le même genre de travail & de gloire.

En 1714, d'après un Comité tenu pour l'examen des Longitudes ſur Mer, & auquel aſſiſterent Meſſieurs Newton, Wiſton, & Klarke: le Parlement d'Angleterre décerna une récompenſe de *deux mille Livres ſterlings*, qui font environ 46967 livres de notre monnoie de France, au premier Auteur d'une Méthode qui feroit trouver les Longitudes ſur Mer, dans un Voyage de long cours, à un demi degré près; & la moitié de cette recompenſe, à celui qui les feroit trouver à un degré près.

On voit par-là, que les *Longitudes ſur Mer*, ſont réputées ſuffiſamment exactes pour la conduite & pour la ſureté des Vaiſſeaux; quand l'erreur n'eſt que d'environ douze de nos lieues communes, & même que d'environ vingt-cinq de ces mêmes lieues: par la raiſon que ce n'eſt guere qu'à la diſtance d'un degré ou de vingt-cinq lieues des Côtes, que ſe trouvent les endroits dangereux pour les Vaiſſeaux.

Harriſſon, alors Charpentier dans une Province d'Angleterre, animé par l'eſpoir de cette récompenſe,

vint à Londres, ſe livrer tout entier à l'Horlogerie, ſans aucun autre ſecours qu'un Talent naturel ; & guidé par le génie, il fit en 1726, une Horloge qui, à ce que l'on aſſure, ne varie pas d'une Seconde par an.

Il fit enſuite une autre Horloge, deſtinée à eſſuyer les divers mouvemens des Vaiſſeaux ; qui, éprouvée en 1761, ne varia que de *cinq Secondes*, en 81 jours, depuis l'Angleterre juſqu'à la Jamaïque ; & qui dans le retour, ne varia que d'une minute & 54 Secondes. Cette *Horloge marine* donna donc les Longitudes ſur Mer, à la différence d'environ une demie lieue, en allant d'Angleterre à la Jamaïque ; & à la différence de moins d'un demi degré terreſtre, ou de moins de douze lieues & demie, en revenant de la Jamaïque en Angleterre ; & donna droit à ſon Auteur, aux deux mille livres ſterlings de récompenſe. (1362).

IV°. Les Eclipſes de Lune & les Eclipſes des Satellites de Jupiter, ne peuvent pas être d'un grand uſage pour la connoiſſance des Longitudes ſur Mer : les premieres n'arrivant que très-rarement, & les dernieres étant trop difficiles à obſerver ſur un Vaiſſeau.

V°. Quand on n'a pas une *Montre marine*, ſûr l'exactitude de laquelle on puiſſe compter : on pourra chercher à évaluer à peu près la Longitude où l'on ſe trouve ſur Mer, par le mouvement de la Lune, en cette maniere.

On aura des *Tables de la Lune*, ſuffiſamment exactes, telles que celles de Meſſieurs Clairaut & Mayer, dans leſquelles la poſition de cette Planete, relativement à telles & telles Etoiles bien viſibles, ſoit marquée pour tous les jours de l'année, au tems de leur paſſage par tel Méridien, par exemple, par le Méridien de Breſt ou de Londres.

En obſervant la poſition de la Lune, relativement à ces Etoiles & relativement au Méridien actuel du

Vaiſſeau : on trouvera à peu près quelle eſt la *différence de Longitude*, entre le Méridien de Breſt & le Méridien actuel du Vaiſſeau.

Par exemple, ſuppoſons qu'au tems où telle Etoile paſſera par le Méridien de Breſt, *la Lune*, vue du centre de la Terre, doive être éloignée de ce Méridien, de huit degrés vers l'occident; & qu'au tems où cette même Etoile paſſera par le Méridien du Vaiſſeau, *la Lune*, vue du même centre de la Terre, & par conſéquent dépouillée de la Parallaxe & de la Réfraction aſtronomique, n'en ſoit éloignée que de ſix degrés & demi au lieu de huit: la différence du Méridien de Breſt & du Méridien du Vaiſſeau, ſera marquée par le tems qu'emploie la Lune, en vertu de ſon mouvement particulier d'occident en orient, à s'approcher ou à s'éloigner de telle Etoile, d'une quantité égale à un degré & demi, ou d'une quantité égale à quatre-vingt-dix minutes de degré.

La révolution périodique de la Lune étant de 27 jours & environ un tiers, ou d'environ 655 heures: la Lune parcourt à peu près *trente-trois Minutes de degré en une heure de tems.*

Et comme cette Etoile, dans ſon mouvement diurne apparent, parcourt ainſi que le Soleil, environ quinze degrés d'orient en occident, en une heure de tems; tandis que la Lune par ſon *Mouvement réel d'occident en orient*, parcourt environ trente-trois minutes de degré en une heure de tems: il s'enſuit que dans la ſuppoſition préſente, où l'eſpace parcouru par la Lune eſt de 33 + 33 + 24 minutes de degré; la différence de Longitude entre le Méridien de Breſt & le Méridien du Vaiſſeau, ſera d'environ 15 degrés + 15 degrés + 24 *trente-troiſiemes* de 15 degrés: déduction faite de la différence de mouvement diurne apparent, qu'il y a entre les Etoiles & le Soleil. (1165 & 1323).

Mais cette Méthode, très-compliquée & très-embarraſſante à tous égards, ne peut jamais donner les Longitudes dans une bien grande préciſion; & on n'en fait uſage, que pour en obtenir une *ſimple Approximation*, qui eſt à peu près ſuffiſante dans les grandes Mers, & qui ceſſe de l'être dans les Mers étroites & près des Côtes des Iſles & des Continens.

### *APPLATISSEMENT DES POLES TERRESTRES.*

1372. OBSERVATION. Avant le dernier ſiècle, on regardoit la Terre comme un *Globe parfait;* dont tous les Rayons étoient égaux, dont tous les Méridiens étoient terminés par des circonférences de cercle, égales à la circonférence de l'Equateur. Dans cette hypotheſe, chaque degré du Méridien, devoit renfermer un eſpace égal, un même nombre précis de lieues, de toiſes, de pieds. (*Fig.* 61 & 60).

I°. Le célebre Caſſini, qui venoit de tracer la fameuſe Méridienne de la France, & de meſurer tous les Arcs du Méridien terreſtre qui paſſe par Paris, depuis Dunkerque juſqu'à Colioure au fond du Rouſſillon, annonça au Public, que ſelon le réſultat de ſes Meſures, les différens degrés du Méridien terreſtre, ne contenoient pas exactement un même eſpace, un même nombre de toiſes; & que cet eſpace, compris entre les différens degrés d'un même Méridien, alloit en décroiſſant du midi au nord: ce qui donnoit à la Terre, une *Figure ellipſoïdale*, alongée vers les Poles, applatie vers l'Equateur.

II°. La théorie de Newton & de Huyghens ſur les Forces centrifuges, & la Découverte de Richer ſur la Peſanteur plus petite ſous l'équateur que loin de l'équateur, s'accordoient à combattre l'idée & la théorie de Caſſini: mais la queſtion reſtoit toujours indéciſe. (251 & 255).

III°. Ce fut donc pour décider définitivement

quelle eſt la *Figure de la Terre*, que le plus puiſſant Monarque de l'Europe, fit partir à grands frais en 1735 & en 1736, deux Corps d'Académiciens François, l'un pour aller meſurer un degré du Méridien terreſtre au Pérou ſous l'Equateur; l'autre, pour aller meſurer un ſemblable degré du Méridien terreſtre ſous le Cercle polaire. Quelque tems après, le célebre Abbé de la Caille fut chargé d'aller faire la même Opération, au Cap de Bonne-Eſpérance, au-delà de l'Equateur.

Par ce moyen, on a eu la Meſure géométrique, la plus exacte que l'on puiſſe avoir, d'*un degré du Méridien terreſtre*, au-delà de l'Equateur, ſous l'Equateur, en France, ſous le Cercle polaire (1368); & toutes ces Meſures géométriques s'accordent à faire voir que la longueur des degrés du Méridien terreſtre, va en croiſſant de l'Equateur vers les Poles, au lieu d'aller en diminuant dans le même ſens, comme l'avoit annoncé M. Caſſini. Quel homme oſera ſe croire infaillible, depuis que le grand Caſſini s'eſt trompé!

## PROPOSITION II.

1373. *La Terre, quoique ſenſiblement ſphérique, eſt réellement un Sphéroïde un peu applati vers ſes Poles, un peu renflé vers ſon Equateur.* (Fig. 61).

DÉMONSTRATION. Trois Principes inconteſtables conçourent à établir définitivement ce Point de Phyſique; ſavoir, la *révolution diurne de la Terre*, autour de ſon Axe; la *diminution de Peſanteur*, en allant des Poles vers l'Equateur; & l'*augmentation de Longueur*, dans les degrés du Méridien terreſtre, en allant de l'équateur vers les poles.

Nous allons confronter ſéparément ces trois Prin-

cipes, avec le Point fondamental de Phyſique, qu'il s'agit ici d'établir.

PRINCIPE I. Il eſt certain & démontré que la Terre fait chaque jour une révolution ſur ſon Axe NCM, d'occident en orient. (1341).

Delà il réſulte que toutes les parties de la Terre, décrivent chaque jour autour de cet axe, des Cercles paralleles à l'équateur : que les Corps placés ſous l'équateur ABA, décrivent de plus grands cercles, ont plus de vîteſſe, acquierent plus de Force centrifuge, perdent plus de leur Peſanteur abſolue, que les Corps placés plus près des Poles. (*Fig.* 61).

Donc, les Corps ſous l'Equateur ne peuvent faire équilibre avec les Corps qui ſont vers les Poles N & M : ſans gagner en volume & en maſſe, autant qu'ils perdent en peſanteur. Donc, pour qu'il y ait équilibre entre les Mers ſituées ſous l'Equateur, & les Mers ſituées près des Poles : il faut que les premieres RAT s'élevent, & que les dernieres HNK s'abaiſſent. (1295).

Donc, il faut que les Mers des Poles, ſoient plus près du centre de la Terre, que les Mers de l'Equateur. Donc, le Globe terreſtre doit être applati vers les Poles, & renflé vers l'Equateur.

PRINCIPE II. Il eſt démontré par les différentes Obſervations qui ont été faites dans toutes les Contrées du monde, depuis un ſiecle ; que la *peſanteur d'un même Corps*, eſt plus grande vers les Poles qu'en France, en France que ſous l'Equateur. (251 & 1417).

Il eſt certain & démontré d'ailleurs, que la peſanteur d'un même Corps, croît & décroît en raiſon inverſe du quarré de ſa diſtance au centre de ſon mouvement. (1272).

D'où il réſulte que la peſanteur des Corps étant plus grande près des Poles, que ſous l'Equateur &

près de l'équateur : il faut néceſſairement que les Poles ſoient moins éloignés que l'Equateur, du centre de la Terre ; & que la Terre, quoique ſenſiblement ſphérique, ſoit réellement un Sphéroïde un peu renflé vers l'équateur, un peu applati & ſurbaiſſé vers les poles. (*Fig.* 61).

PRINCIPE III. Si la Terre étoit réellement & en tout point, une *vraie Sphere* : il eſt clair que la circonférence du Méridien terreſtre, ſeroit égale à celle de l'Equateur terreſtre ; & que tous les *Arcs d'un dégré*, par exemple, auroient préciſément la même étendue, le même nombre de toiſes, dans ces deux circonférences : puiſque dans une même Sphere, tous les grands Cercles ſont en tout parfaitement égaux.

Mais il eſt démontré par les Meſures aſtronomiques & géométriques, priſes en France, en Laponie, en Italie, ſous l'Equateur, & au-delà de l'Equateur, que *les dégrés du Méridien terreſtre, ont moins d'étendue ſous l'Equateur que vers les Poles ;* & que ces dégrés vont en croiſſant de plus en plus, depuis l'Equateur juſques au-delà des Cercles polaires, juſques ſous les Poles. (1368).

D'où il réſulte, non-ſeulement que la ſurface de la Terre n'eſt point parfaitement ſphérique, mais que cette ſurface de la Terre, s'applatit de plus en plus, perd de plus en plus de ſa courbure, s'approche de plus en plus de la Tangente, à meſure qu'elle s'éloigne de l'Equateur vers les Poles. C. Q. F. D.

1373. IIe. REMARQUE. Ce *troiſieme Principe* exige ici une attention & une explication à part. Bien ſaiſi & bien conçu, on en verra réſulter toute la théorie du renflement de l'Equateur & de l'applatiſſement des Poles. (*Fig.* 8).

Soit donc ATE, le diametre de l'Equateur renflé : *Tp*, le diametre des Poles applatis : MNOP, une

portion de la circonférence du Méridien céleſte : ABCDEFA, une Sphere circonſcrite à la Terre applatie vers les poles : *Abcd*, un Arc du Méridien terreſtre, intercepté entre l'Equateur A & le Pole boréal *d*.

Il faut ici ſe rappeller & ne point perdre de vue un Fait certain & conſtant, que nous apprennent les Obſervations faites dans toutes les Contrées du monde ; ſavoir, que la Ligne de gravitation des Corps terreſtres, eſt par-tout *perpendiculaire à l'Horiſon ſenſible*, & par là même à la Tangente, du Point de la ſurface terreſtre qu'elle atteint ou vers lequel elle eſt dirigée.

De cette inégale longueur des différens degrés d'un même Méridien terreſtre, & de cette direction de la Ligne de gravitation toujours perpendiculaire à l'horiſon ſenſible, réſultent néceſſairement, relativement à la théorie du Sphéroïde terreſtre, certains *Faits fondamentaux* dont il eſt important de ſe former ici une exacte idée.

I°. Delà il réſulte d'abord, que ſi un homme parcouroit ſur la ſurface de la Terre, un Plan ou une Tangente RAS, de cent lieues ou de mille lieues de longueur : *cet homme ne changeroit point ſenſiblement de Zénith.*

La raiſon en eſt, que la Ligne de gravitation, étant toujours perpendiculaire au Point ſur lequel il marche : cette ligne de gravitation, indéfiniment prolongée dans le Ciel, aboutiroit toujours ſenſiblement au même point M ; dans le Triangle MRSM, la baſe RS étant nulle en comparaiſon des côtés SM & RM qui ſont infiniment grands.

II°. Delà il réſulte enſuite, que *le Zénith d'un homme qui marche ſur un Méridien terreſtre, change d'autant plus ſenſiblement, que la ſurface ſur laquelle il marche, s'éloigne plus de la Tangente* ; & réciproquement,

que ce zénith change d'autant moins, que cette ſurface s'éloigne moins de la tangente.

III°. Delà il réſulte encore, que ſi la Terre étoit parfaitement ſphérique, le *changement de Zénith*, ſeroit toujours proportionnel à l'eſpace parcouru ſur la ſurface terreſtre: par la raiſon que dans une Sphere, la Tangente étant toujours perpendiculaire au rayon, le zénith ſeroit toujours à l'extrémité du rayon prolongé. (*Fig.* 8).

Ainſi, ſi la Terre avoit une parfaite ſphéricité ABCD, du midi au nord, un homme en A, en B, en C, en D, en parcourant des eſpaces égaux, auroit des zéniths également éloignés, M, N, O, P.

IV°. Delà il réſulte de plus, que ſi la Terre eſt applatie vers les Poles: *le changement de zénith, en allant du midi au nord ſur le même Méridien, ne ſera point proportionnel à l'eſpace parcouru ſur la Terre.*

Car, ſoient dans le Méridien céleſte MNOP, *quatre Zéniths*, éloignés l'un de l'autre, de trente degrés. En partant de l'Equateur terreſtre A; il faudroit, ſur une ſurface ſphérique, parcourir l'eſpace AB, pour atteindre le nouveau zénith N, qui ſe trouve à l'extrémité du rayon TBN. Il faudroit enſuite parcourir l'eſpace BC = AB, & l'eſpace CD = AB, pour atteindre les nouveaux zéniths O & P, placés à l'extrémité des rayons TCO & TDP.

Mais, ſur une Surface ſurbaiſſée, qui s'éloigne davantage de la tangente à la Sphere, il ne faudra d'abord parcourir que l'eſpace A*b*, pour atteindre le nouveau zénith N; qui ſe trouve dans la ligne de gravitation *mb*N, perpendiculaire à la Tangente au Point *b*.

Il faudra enſuite parcourir un eſpace plus grand *bc*, pour atteindre le nouveau zénith O; qui ſe trouve placé dans la ligne de gravitation *nc*O, perpendiculaire à la Tangente au Point *c*.

Il faudra enfin parcourir un espace encore plus grand *cd*, pour atteindre le dernier zénith ou le pole céleste P ; qui est placé dans la perpendiculaire à la Tangente au Pole terrestre *d*.

V°. On conçoit facilement, d'après la même théorie, tout ce qui doit arriver dans la révolution entiere d'un homme autour d'un même Méridien terrestre, dans l'hypothese où sa marche s'effectue sur une Courbe surbaissée vers les Poles *d* & *p*.

Parti de l'Equateur A, il marche sur un même Méridien terrestre A *b c d*, vers un pole quelconque, par exemple, vers le Pole boréal P : un trajet de 56750 toises suffit d'abord pour l'avancer d'un degré, de l'équateur vers le pole boréal. Il lui faut ensuite un peu plus de 56750 toises, pour parcourir un second degré. (1368).

Arrivé à Paris, il lui faut parcourir 57072 toises, pour que son zénith avance d'un degré vers le Pole boréal. Arrivé enfin sous le Cercle polaire, il ne lui suffit pas de faire autant de chemin qu'en France, du midi au nord, pour que son zénith avance d'un degré vers le pole : il lui faut parcourir pour cet effet, 57422 toises.

VI°. On conçoit de même & d'après la même théorie, que si la Terre étoit un Sphéroïde surbaissé vers son équateur *d*T*p*, & alongé vers ses poles A & E : *tout le contraire arriveroit à un homme qui parcourroit un Meridien terrestre, en allant de l'Equateur vers les Poles.*

Parti de l'équateur *d*, il parcourroit d'abord un grand espace *dc*, pour atteindre le zénith O : il parcourroit ensuite un espace moindre *cb*, pour atteindre le zénith N : il parcourroit enfin un espace encore moindre *b*A, pour atteindre le zénith ou le pole M. On suppose ces différens Zéniths, éloignés l'un de l'autre, d'un même nombre de degrés.

VII°. De l'enſemble des *trois Principes fondamentaux* que nous venons d'expoſer & de développer, & dont le dernier peut former ſeul une démonſtration complette & rigoureuſe ; il réſulte évidemment que la Terre n'eſt point un Globe parfait : que la Terre, quoique ſenſiblement ſphérique, eſt réellement un Sphéroïde un peu applati vers ſes poles, un peu renflé vers ſon équateur.

Un Ecrivain moderne a oſé conteſter l'applatiſſement des Poles, & défier les ſavantes Académies de l'Europe, de répondre aux frivoles Objections qu'il fait contre ce Point fondamental de toute la Phyſique moderne. Que lui ont répondu ces ſavantes Académies ? Ce que répondit Archimede à quelques abſurdes Pyrrhoniens, qui révoquoient en doute l'*égalité de Surface*, entre la Sphere & la partie convexe du Cylindre circonſcrit : Rien!

### *NOYAU DE GRAVITATION, DANS LE SPHÉROIDE TERRESTRE.*

1374. COROLLAIRE. De la théorie que nous venons d'expoſer & d'établir ſur la gravitation des Corps terreſtres, gravitation toujours perpendiculaire à l'horiſon & à la tangente du Point de la ſurface terreſtre où elle a lieu ; il s'enſuit :

I°. Que *ſi la Terre étoit parfaitement ſphérique ; tous les Corps terreſtres graviteroient préciſément au centre de la Terre, dans les directions AT, BT, CT, DT, ET, FT.* (Fig. 8).

II°. Que *la Terre étant un Sphéroïde un peu renflé vers l'équateur & un peu applati vers les poles ; les Corps terreſtres doivent graviter, non préciſément au centre de la Terre, mais vers différens Points de l'Axe terreſtre, peu écartés du centre T.*

EXPLICATION. Par exemple, un Corps en A,

gravite en T : un Corps en *b*, gravite en *m* : un Corps en *c*, gravite en *n* : un Corps en *d*, gravite en T : un Corps en *h*, gravite en *m* : un Corps en *k*, gravite en *v*.

Toutes ces Lignes de gravitation, s'entre-coupent autour du centre de la Terre ; & tous ces points d'interſection, forment autour du centre de la Terre, une eſpece de Noyau T *mnrvsn*, qui eſt comme le centre commun de la gravitation des Corps terreſtres. Nous montrerons ailleurs la Cauſe phyſique de ce Phénomene. (1420).

### *QUANTITÉ DU RENFLEMENT DE L'ÉQUATEUR TERRESTRE.*

1375. OBSERVATION. Il n'eſt pas facile de déterminer la Quantité préciſe de ce renflement de l'Equateur terreſtre ; ou la quantité préciſe dont le Diametre ACB de l'équateur, excede l'Axe terreſtre NCM. (*Fig.* 61).

I°. Les *Meſures de la Terre*, priſes ſous le Cercle polaire, en France, en Italie, ſous l'Equateur, & au-delà de l'Equateur (1368), en s'accordant toutes à faire le diametre ACB de l'Equateur, plus grand que l'Axe terreſtre, ne s'accordent pas de même à donner une même grandeur fixe & préciſe à ce renflement de l'Equateur. Delà, l'incertitude ſur la Quantité préciſe du renflement de l'Equateur & de l'applatiſſement des Poles.

Selon les Meſures priſes ſous le Cercle polaire, & comparées avec les Meſures priſes en France : le diametre ACB de l'Equateur, eſt à l'Axe terreſtre NCM, dit M. de Maupertuis, environ comme 178 eſt à 177. Ce rapport eſt vraiſemblablement un peu trop grand.

Selon les Meſures priſes ſous l'Equateur, & comparées encore aux meſures priſes en France : le dia-

metre de l'Equateur, eſt à l'Axe terreſtre, à peu *près* comme 216 eſt à 215.

Selon les Meſures priſes au Cap de Bonne-Eſpérance & comparées de même aux meſures priſes en France : le diametre de l'Equateur, eſt à l'Axe terreſtre, comme 241 eſt à 240; & ſelon les *Spéculations de Newton*, antérieures à ces Meſures, comme 230 eſt à 229.

Les *Figures de la Terre*, qui réſultent de ces différentes Meſures comparées entre elles, s'éloignent ſi peu les unes des autres; que l'on pourroit plutôt s'étonner de leur rapport, qu'en exiger un plus grand & plus parfait. (*Fig.* 61).

II°. Un grand Géometre, M. Euler, après avoir fait de toutes ces Meſures un examen équitable, & après avoir ſuppoſé ſur chacune les moindres erreurs néceſſaires pour les concilier, conclut & détermine le *Rapport de l'Axe terreſtre au diametre de l'Equateur*, tel que l'avoit conclu & déterminé Newton, de 229 à 230; & il ne paroît pas que la Terre puiſſe beaucoup s'écarter de cette figure.

En ſuppoſant exact ce *dernier Rapport*, en ſuppoſant auſſi le diametre de l'Equateur, égal à 3000 lieues : on aura la Proportion ſuivante : le diametre ACB de l'équateur, eſt au diametre NCM mené d'un Pole à l'autre; comme 230 eſt à 229; & en chiffres, 230. 229 :: 3000. $x$ = 2987 environ.

On trouvera par là, que *le diametre de l'Equateur, a environ treize lieues de plus que l'Axe terreſtre*; & par conſéquent, que les Mers ſous l'équateur, ſont plus élevées ou plus éloignées du centre de la Terre, de ſix ou ſept lieues, que ſous les Poles.

1375. II°. REMARQUE. En donnant ici le *Rapport du diametre de l'Equateur, à l'Axe de la Terre*; il eſt à propos d'y faire du moins entrevoir comment & ſur quels

quels Principes on a pu chercher & trouver ce Rapport ſi intéreſſant; qui eſt une dépendance & des Expériences faites ſur la peſanteur des Corps terreſtres & de la théorie générale des Forces centrifuges. (*Fig.* 61).

Selon les différentes Expériences qui ont été faites ſur la *peſanteur des Corps*, dans toutes les Contrées de la Terre, il eſt conſtant que la peſanteur d'un même Corps, va en croiſſant depuis l'équateur juſqu'aux poles (251); & que la peſanteur d'un même Corps, par exemple, d'un pied cube d'eau, ſous l'équateur, eſt à la peſanteur d'un pied cube de la même eau, ſous les poles, environ comme 200 eſt à 201 : ainſi que nous l'avons marqué ailleurs. (252).

I°. En ſuppoſant que le Globe que nous habitons, a été d'abord tout fluide; les Colonnes aqueuſes ont dû avoir d'autant plus de hauteur ſous l'Equateur, qu'elles y ont moins de peſanteur : ſans quoi les eaux de l'équateur plus légeres n'auroient pas eu aſſez d'action & de preſſion pour faire équilibre avec les eaux des poles plus peſantes. (502).

Donc, en prenant les Colonnes aqueuſes, du centre de la Terre à la ſurface : la hauteur CA de ces colonnes ſous l'équateur, a dû être à la hauteur CN ou CM de ces colonnes ſous les poles, comme 201 eſt à 200.

Suppoſons que les colonnes d'eau, ſous l'équateur aient eu 1450 lieues de hauteur. On aura cette Proportion : 1450. $x$:: 201. 200 : ce qui donnera pour l'Inconnue $x$, qui eſt le *rayon du Pole*, comparé au *rayon de l'Equateur*, environ 1443 lieues communes de France.

Le *Rayon terreſtre CA* ſous l'Equateur, ſera donc au *Rayon terreſtre CN* ſous les Poles; comme 1450 eſt à 1443; & la différence de ces deux Rayons, ſera d'environ ſept lieues.

II°. Après avoir ſuppoſé que la Terre a été d'abord toute fluide ou mollaſſe; & que toutes ſes parties ſe ſont ramaſſées autour d'un Centre commun, ſelon les Loix de l'Equilibre hydroſtatique, en vertu de leur mutuelle Attraction : ſuppoſons que ſon intérieur ſe ſoit durci inſenſiblement ſelon les Loix de la Cryſtalliſation. (*Fig.* 61).

La même Proportion reſtera; & les Mers poſées ſur les différentes Couches ſolides & concentriques, s'éleveront vers l'Equateur & vers les Poles, comme dans l'hypotheſe où toutes les parties de ce Globe étoient dans un état de molleſſe & de fluidité.

La hauteur des Mers ſous l'Equateur, ſera donc encore à la hauteur des Mers ſ us les Poles; comme 201 eſt à 200, ou comme 1450 eſt à 1443. Le *moyen Rayon de la Terre*, ſera le Rayon CO.

III°. On peut auſſi déterminer la Figure de la Terre, & trouver à peu près la quantité de ſon applatiſſement vers les Poles, par la théorie des Forces centrifuges; qui diminuent d'autant plus la peſanteur de chaque élément de matiere, que ces élémens de matiere décrivent de plus grandes circonférences autour de l'Axe terreſtre. (1295).

Ceux qui voudroient chercher la *quantité d'Applatiſſement*, par la théorie des Forces centrifuges, pourront conſulter, ou les Ouvrages de Newton, ou les Inſtitutions Newtoniennes de l'Abbé Sigorgne, depuis la page 243 juſqu'à la page 280.

### *DIMENSIONS DE LA TERRE.*

1376. OBSERVATION. Puiſque le *Rayon terreſtre TE*, eſt plus grand que le Rayon terreſtre T*d* : il eſt clair qu'un Rayon TV, pris à peu près à égale diſtance entre l'Equateur & le Pole, ſera plus petit que le premier, & plus grand que le dernier; & que ce *Rayon TV* tiendra à peu près un juſte milieu

entre le rayon A T de l'équateur, & le rayon *p* T des poles. (*Fig.* 8).

I°. Si ce *Rayon TV* fait une révolution ſur lui-même dans le plan du Méridien AFE : il décrira une circonférence XVYZ, qui dépaſſera celle du Méridien terreſtre ſous les poles, qui ſera dépaſſée par celle du Méridien terreſtre ſous l'équateur ; & qui dans ſa totalité, ſera à peu près égale à celle du Méridien terreſtre A *d* E *p* A.

On peut donc prendre ce Rayon TV, pour le *moyen Rayon de la Terre ;* & ce Rayon TV eſt à peu près le Rayon terreſtre en France, ou dans une Latitude quelconque égale à celle de la France.

II°. Puiſqu'en France, le Rayon terreſtre CO eſt un *Rayon moyen* entre le rayon des Poles & le rayon de l'Equateur : on peut regarder la Terre dans ſa totalité, comme un vrai Globe qui auroit pour rayon, le rayon terreſtre de la France. (*Fig.* 61).

Or, un Globe qui auroit pour rayon, le rayon terreſtre CO de la France, auroit un Méridien dont la circonférence ſeroit d'environ 8984 de nos lieues communes. (1367).

Donc la circonférence du Méridien terreſtre, renflé vers l'équateur & ſurbaiſſé vers les poles, eſt auſſi d'environ 8984 lieues communes.

III°. Le Rayon CA de l'Equateur, étant plus grand d'environ ſept lieues, que le Rayon CN des Poles (1375) : il eſt clair que ce Rayon CA doit être plus grand que le *Rayon moyen CO*, d'environ trois lieues & demie.

La circonférence du Méridien terreſtre, ſera donc à la circonférence de l'Equateur terreſtre ; à peu près comme la circonférence décrite par la révolution du *moyen Rayon C O*, ſera à la circonférence décrite par la révolution du même Rayon CO alongé d'environ trois lieues & demie. (*Math.* 755).

## PROPOSITION III.

1377. *Le Rayon terreſtre en France, eſt d'environ 1430 lieues communes de France.* (Fig. 61).

DÉMONSTRATION I°. En ſuppoſant que le *Rayon terreſtre CO de Paris*, faſſe une révolution circulaire autour du centre de la Terre, dans le Méridien de Paris: ce Rayon décrira une Circonférence concentrique au Méridien céleſte; & un Arc d'un degré pris dans cette circonférence, ſe confondra ſenſiblement au nord de Paris, avec l'Arc terreſtre meſuré entre Paris & Amiens. (1368).

Or, cet *Arc d'un degré*, entre Paris & Amiens, étant de 57072 toiſes, donne une circonférence d'environ 20545920 toiſes (1367): donc le Rayon terreſtre de Paris, donneroit auſſi une circonférence d'environ 20545920 toiſes, qui font 8984 de nos lieues communes.

II°. Quand on connoît la circonférence d'un Cercle: il eſt facile d'en trouver à très-peu de choſe près le Rayon; en prenant le rapport du diametre à la circonférence, donné par Métius. (*Math.* 479).

On aura par-là cette ſimple Regle de trois, dans laquelle les trois premiers termes connus donnent le quatrieme, qui ſera le diametre de la Terre ſous Paris, ou le double du Rayon terreſtre de Paris: $355 . 113 :: 20545920 . x = 6539969$ toiſes.

Le *Rayon de la Terre ſous Paris*, eſt donc d'environ 3269985 toiſes; qui font 19619910 pieds de Roi; qui font 1430 lieues communes, moins 43 toiſes.

III°. Le Rayon de la Terre ſous les Poles, a trois ou quatre lieues de moins (1375): il a trois ou quatre lieues de plus ſous l'Equateur.

En ſuppoſant le diametre de l'Equateur, égal à 2867 lieues communes; on trouvera par le rapport

de Métius, que la *circonférence de l'Equateur terreſtre*, eſt d'environ 9000 lieues communes, en cette maniere & par cette Regle de trois : 113 . 355 :: 2867 . $x = 9000 + \frac{1}{3}$.

La circonférence de l'Equateur terreſtre, eſt donc plus grande que celle du Méridien terreſtre, d'environ quinze ou ſeize de nos lieues communes de France. (1367).

IV°. En ſuppoſant la Terre égale en ſurface, à une Sphere dont le Rayon auroit 1430 lieues communes de longueur, ainſi que le *moyen Rayon de la Terre* : on trouvera ſa Surface, en lieues quarrées, en toiſes quarrées, en pieds quarrés, telle que nous l'avons marquée ailleurs. (496).

On trouvera auſſi, ſi l'on veut, *ſa Solidité* : qui eſt le produit de ſa ſurface, par le tiers de ſon rayon. (*Math.* 754).

## PARAGRAPHE TROISIEME.

### POSITION ET DIRECTION DE L'AXE TERRESTRE.

L'AXE autour duquel ſe font les *Révolutions diurnes de la Terre*, eſt-il toujours le même, toujours fixé & terminé aux mêmes Points de la maſſe & de la ſurface terreſtre ; ou bien cet Axe eſt-il changeant & variable, en telle ſorte que les Révolutions diurnes qui ſe font aujourdhui autour des *Points terreſtres DPF*, ſe ſoient faites dans les ſiecles antérieurs ou doivent ſe faire dans les ſiecles poſtérieurs, autour de certains autres Points terreſtres, tels que KQN ou KTN ? (*Fig.* 10).

Et en ſuppoſant que l'Axe terreſtre ſoit fixe & invariable en lui-même, dans la maſſe de la Terre ; que cet Axe terreſtre ait toujours été & doive tou-

jours être réellement & immuablement la Ligne terreſtre *p* T *m* : de quelles variations eſt ſuſceptible cet Axe terreſtre, à l'égard de l'Ecliptique, à l'égard de toute la Région des Etoiles! Tel va être l'objet de ce troiſieme Paragraphe. (*Fig.* 6).

1378. OBSERVATION. Nous avons fait voir & ſentir, dans différens Articles de cette Aſtronomie géométrique :

I°. Que la Terre fait chaque jour une révolution, d'occident en orient, autour de ſon Axe *p* T *m*; & que cet Axe de la Terre, indéfiniment prolongé dans le Ciel, donne les deux Poles céleſtes P & M, autour deſquels tout le Ciel paroît faire chaque jour une révolution en un ſens oppoſé à la révolution diurne de la Terre. (*Fig.* 6).

II°. Que l'*Axe du Monde PTM*, en vertu du mouvement rétrograde de l'Equateur terreſtre autour d'un autre Axe *d* T *e*, décrit dans le Ciel en 25740 ans, un double Cercle PQRSP & MNOKM, d'environ 47 degrés de diametre. (1327).

III°. Que cet Axe du Monde PTM ou RTO, répond ſucceſſivement à différens points du Ciel : en demeurant toujours perpendiculaire à l'Equateur terreſtre & céleſte, qui a les mêmes mouvemens réels ou apparens que ſon Axe, lequel eſt toujours l'Axe de la Terre & du Monde.

IV°. Que la Révolution conique T *pqrſp* & T *mnokm* de l'Axe terreſtre ſur le plan de l'Ecliptique, ne change point, du moins ſenſiblement, l'inclinaiſon de cet axe, à l'égard du plan de l'Ecliptique : parce que cet *Axe Mobile PTM*, pendant ſa révolution conique d'orient en occident contre l'ordre des Signes, fait toujours ſenſiblement un angle PTG ou RTF d'environ 66 degrés & 32 minutes ſur le Plan fixe de l'Ecliptique FTG.

V°. C'eſt d'après toutes ces Suppoſitions, que l'on demande ici : ſi les *Révolutions diurnes de la Terre*, ſe font toujours invariablement autour de la même Ligne ou autour des mêmes Points terreſtres *p* T *m* ; & ſi cette Ligne ou cet Axe *p* T *m*, a toujours la même inclinaiſon ſur le plan de l'Ecliptique.

Tels ſont les deux Problêmes que nous avons ici à examiner & à réſoudre, & par où nous allons terminer cette cinquieme & derniere Section.

## PROPOSITION.

1379. *La Terre paroît avoir toujours les mêmes Points terreſtres, pour Pôles & pour Axe, dans ſes Révolutions diurnes.* (Fig. 6).

EXPLICATION. Suppoſons que la Terre faſſe maintenant ſes Révolutions diurnes autour des Points *p* & *m*, qui ſeront ſes poles ; & que ces deux Points *p* & *m* ſoient deux Villes ou deux Objets quelconques remarquables.

I°. On ne connoît dans la Nature, aucune Cauſe qui doive ou qui puiſſe déterminer la Terre à ceſſer de tourner autour des Points *p* & *m* : pour commencer à tourner ſur deux autres Points, différens de ces deux Points *p* & *m*.

Donc la Terre doit tourner toujours autour des deux mêmes Points ou des deux mêmes Villes *p* & *m* : ſelon l'exigence du Mouvement qui lui fut primitivement imprimé, & que rien ne change & n'altere. (307).

II°. Si la Terre faiſoit ſes révolutions diurnes, tantôt autour des deux Points ou des deux Villes *p* & *m*, tantôt autour de deux autres Points ou de deux autres Villes *r* & *o* :

Il eſt évident que les Contrées A & *b*, qui ſont ſous l'Equateur au tems où les Révolutions diurnes

ſe font autour des Points ou des Villes *p* & *m*, ne ſeroient plus ſous l'Equateur au tems où les Révolutions diurnes ſe feroient autour des deux autres Points ou des deux autres Villes *r* & *o*.

Il eſt évident que les Contrées qui ſont ſous le même Méridien dans le premier cas, ne ſeroient plus ſous le même Méridien dans le ſecond cas.

Or, ſelon tout ce qu'il nous reſte d'anciens Monumens hiſtoriques, géographiques, aſtronomiques, il eſt certain que les Villes & les Contrées ont aujourd'hui la même poſition à l'égard des Poles de la Terre, qu'elles avoient autrefois ; qu'elles avoient au tems d'Hyparque & de Ptolomée. Donc les Poles terreſtres ſont aujourdhui les mêmes, qu'ils étoient au tems de ces anciens Obſervateurs : donc l'Equateur eſt auſſi le même.

III°. Nous avons dit ailleurs, & il eſt vrai, que les Points polaires *p* & *m* ont un mouvement de Révolution rétrograde à l'égard du Ciel, autour des Poles de l'Ecliptique.

Mais ce *mouvement de Révolution rétrograde* autour des Poles de l'Ecliptique, n'empêche pas les Révolutions diurnes de ſe faire toujours autour des mêmes Points *p* & *m*, qui terminent l'Axe terreſtre autour duquel fut primitivement imprimé à la Terre le mouvement de rotation. Cet Axe terreſtre peut-être ſucceſſivement inſl chi vers différens Points du Ciel, par l'action d'une Cauſe phyſique toujours ſubſiſtante (1329) : ſans qu'il ceſſe d'être le centre commun des *Révolutions diurnes* de toutes les parties de la Terre.

Ainſi, les Points *p* & *m* ſont & ſeront toujours les Poles de la Terre, vers quelque Point du Ciel R & O, qu'ils ſoient dirigés ; & ſi le Point *p*, par exemple, eſt une Ville ; cette Ville ſera toujours l'extrémité boréale de l'Axe terreſtre, en *p*, en *q*,

en *r*, en *s*, en *p*, pendant ſa révolution parallele à l'Ecliptique, en 25740 ans.

IV°. Il peut arriver de tems en tems à la Terre, quelques petits *changemens de Centre de gravité* : comme nous l'avons obſervé & expliqué ailleurs. (510).

Mais ces changemens de Centre de gravité, ne changent point ſenſiblement l'Axe terreſtre : parce que, ſoit que le centre de gravité reſte fixe en T, ſoit qu'il ſe tranſporte à quelques toiſes au nord ou au midi, au levant ou au couchant du point T ; les Révolutions diurnes des parties terreſtres, conſervent toujours leur même direction primitive ; & ſe font toujours, ou autour de l'Axe primitif *p* T *m* ; ou autour d'un Axe qui lui eſt parallele, qui en eſt très-peu éloigné, & qui eſt toujours ſenſiblement confondu avec lui.

1380. OBJECTION. Un célebre Aſtronome François, l'Abbé Picard, traça en 1671, une Méridienne, dans les ruines de l'Obſervatoire de Tycho-Brahé à Uranisbourg ; & il trouva avec la plus grande ſurpriſe, que ſa Méridienne s'écartoit de dix-huit minutes, de la Méridienne de Tycho-Brahé. Donc depuis Tycho-Brahé juſqu'à l'Abbé Picard, dans l'eſpace d'environ un ſiecle, la poſition des Poles *p* & *m*, a eſſuyé un changement de dix-huit minutes.

RÉPONSE. I°. Les Mémoires de l'Académie des Sciences, pour l'année 1710, nous apprennent qu'un des Aſſociés de cette Académie, M. de Chazelles, dans ſon Voyage en Egypte, obſerva en Géometre & en Aſtronome, la poſition de *la plus grande Pyramide d'Egypte*, qui exiſte au moins depuis trois mille ans ; & qu'il trouva que les *quatre Faces de cette Pyramide*, répondoient préciſément aux quatre Points cardinaux actuels, au vrai Nord, au vrai Midi, au vrai Orient, au vrai Occident. (*Fig.* 6).

Comme on ne peut raiſonnablement penſer que cette poſition de la principale Pyramide d'Egypte, ſoit un effet du haſard : il eſt évident que, dans une durée d'environ trois mille ans, les Poles *p* & *m* de la Terre, n'ont eſſuyé aucun changement ſenſible.

II°. La Méridienne tracée par le célebre Caſſini dans l'Egliſe de Saint Pétronne à Boulogne en 1655, eſt encore aujourdhui dirigée préciſément au vrai Nord & au vrai Midi. Donc dans un eſpace de 130 ans, les Poles de la Terre n'ont ſouffert aucun changement ſenſible.

III°. Il réſulte delà, ou que la Méridienne de Tycho-Brahé n'étoit point exacte ; ou, ce qui eſt plus vraiſemblable, que l'Obſervatoire de Tycho-Brahé, placé dans une petite Iſle au ſein de la Mer Baltique, a eſſuyé quelque dérangement : ſoit par l'inconſiſtance d'un Terrein mouvant ; ſoit par l'action de quelque Tremblement de Terre.

## *OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE, SUR LE PLAN DE L'ÉQUATEUR.*

1381. OBSERVATION. L'*Ecliptique* eſt la Courbe PQRTP, que décrit le centre de la Terre, dans ſa révolution annuelle autour du Soleil immobile en S. (*Fig.* 10).

Le plan de cette Courbe, indéfiniment prolongé dans le Ciel, coupe obliquement le plan de l'Equateur CXC ; & leur commune interſection fait cette année 1786, un *Angle MSX ou ESC*, de 23 degrés 28 minutes 7 ſecondes & cinq ou ſix tierces. Cet angle MSX meſure l'obliquité de l'Ecliptique ſur le Plan de l'Equateur CXC.

On demande ſi *cette Obliquité* eſt conſtante ou variable ; & ſi elle varie, quelle eſt la quantité de ſa variation chaque année.

I°. Quelques Aſtronomes célebres, tels que les

Wolf & les Maupertuis, n'ont pas osé décider cette grande Question : qui leur paroît exiger, pour être définitivement & infailliblement résolue, de nouvelles Observations, faites avec le plus grand soin pendant un très-grand nombre de siecles.

II°. Un Astronome non moins célebre & non moins profond, M. de Lalande, la décidé d'après les différentes Observations qui ont été faites sur cet Objet, depuis Hyparque jusqu'à nos jours.

Selon cet Auteur, le plan de l'Ecliptique s'approche sans cesse du plan de l'Equateur. L'*Angle MSX ou ESC*, devient continuellement plus petit ; & la quantité moyenne de sa diminution, est d'environ *une Minute par siecle.* De sorte que, dans environ cent quarante mille ans, l'Ecliptique PQRTP se confondra avec l'Equateur CXC ; & qu'alors toute la Terre jouira d'un printems perpétuel, du moins pendant un certain nombre de siecles. (1145 & 1315).

De sorte encore, que la Terre, outre les trois Mouvemens que nous lui connoissons, auroit un *quatrieme Mouvement* par lequel son Axe DF tourneroit du nord au midi & du midi au nord DBF AD, dans une Période d'environ 2,160,000 ans : ce qui ne mettroit cependant pas la Laponie dans la Zone torride, comme l'ont absurdement conclu quelques Ecrivains peu réfléchis ; puisque la Laponie auroit toujours plus de soixante degrés de latitude. (1379).

La Cause physique de cette tendance du plan de l'Ecliptique vers le plan de l'Equateur, ou du plan de l'Equateur vers le plan de l'Ecliptique, selon M. de Lalande, est l'*action attractive des Planetes sur la Terre :* action en vertu de laquelle elles inclinent & elles infléchissent sans cesse l'Equateur terrestre ABA, vers le plan de l'Ecliptique.

### *VARIATIONS DANS CETTE OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE.*

1381. II°. OBSERVATION. Nous avons remarqué & démontré ailleurs, qu'il peut arriver des changemens conſidérables, dans l'*obliquité de l'Ecliptique*: changemens dont la Cauſe n'a rien de commun avec celle dont parle ici M. de Lalande. (*Fig.* 10).

La Cauſe d'où nous faiſons dépendre ces changemens, n'auroit aucune influence périodique; & elle pourroit indifféremment augmenter ou diminuer l'*Angle d'inclinaiſon MSX*, qui ſépare l'Ecliptique & l'Equateur. (506, 510, 1738, 1749).

I°. En comparant entre elles les différentes Obſervations qui ont été faites ſur l'*obliquité de l'Ecliptique*, depuis Hyparque juſqu'à nos jours: on trouve que l'Ecliptique paroît s'être réellement un peu rapprochée de l'Equateur.

Mais en ſuppoſant aux anciennes Obſervations, une exactitude & une préciſion que peut-être elles n'ont pas: il ſeroit difficile de les faire cadrer avec la diminution périodique qu'en déduit & qu'en conclut M. de Lalande, d'après le Chevalier de Louville, d'environ *une Minute par ſiecle*: comme on l'obſervera dans la Table ſuivante, qui met ſous les yeux les principales Obſervations que l'on a faites ſur cet objet, depuis plus de deux mille ans; & qui eſt extraite, en partie de l'Aſtronomie de M. Wolf, & en partie de l'Aſtronomie de M. de Lalande.

Voici ces différentes Obſervations, avec les noms des Aſtronomes par qui elles ont été faites ſucceſſivement en telle & telle année, avant & après le commencement de l'Ere Chrétienne; ou avant & après la naiſſance de Jéſus-Chriſt.

*OBLIQUITÉ de l'Ecliptique ſur l'Equateur, ſucceſſivement obſervée par les Aſtronomes ſuivans: ſavoir,*

| Par | Degr. | Min. | Sec. | | L'AN. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pythéas . . . . . | 23 | 52 | 41 | | 324 | AVANT J.C. |
| Erathoſtene . . . | 23 | 51 | 20 | | 230 | |
| Hyparque . . . . | 23 | 51 | 20 | | 140 | |
| Ptolomée . . . . | 23 | 50 | 22 | | 140 | APRÈS JÉSUS-CHRIST. |
| Pappus, à peu près comme à préſent | | | | | 340 | |
| Albategnius . . . | 23 | 35 | 0 | | 880 | |
| Regiomontanus . . | 23 | 30 | 0 | | 1460 | |
| Walterus . . . . . | 23 | 30 | 0 | | 1476 | |
| Copernic . . . . . | 23 | 28 | 0 | | 1525 | |
| Rotmannus . . . . | 23 | 30 | 0 | | 1570 | |
| Tycho-Brahé . . | 23 | 31 | 30 | | 1587 | |
| Képler . . . . . | 23 | 30 | 0 | | 1627 | |
| Gaſſendi . . . . . | 23 | 31 | 0 | | 1636 | |
| Riccioli . . . . . | 23 | 30 | 20 | | 1646 | |
| Caſſini . . . . . | 23 | 30 | 0 | | 1672 | |
| De la Hire . . . | 23 | 29 | 0 | | .... | |
| De Louville . . . | 23 | 28 | 0 | | 1714 | |
| De la Condamine | 23 | 28 | 24 | | 1736 | |
| De la Caille . . . | 23 | 28 | 19 | | 1750 | |
| De Lalande . . . | 23 | 28 | 7 | 7 | 1770 | |

II°. Suivant ces différentes Obſervations, dans l'eſpace de 2094 ans, le plan de l'Ecliptique ſe ſeroit rapproché du plan de l'Equateur, d'environ vingt-quatre minutes & trente-quatre ſecondes.

Mais Riccioli, dans ſon Aſtronomie réformée, prétend que ſelon les *quatre premieres Obſervations*, ſoumiſes à un nouvel examen & au calcul, l'obliquité de l'Ecliptique ne devoit être alors que d'environ *vingt-trois degrés & demi*; & que ces premiers Aſtronomes ſe ſont trompés dans les réſultats de leurs Obſervations, qui ſont d'ailleurs aſſez exactes.

Gaſſendi, après avoir vérifié l'Obſervation faite par Pytheas à Marſeille, conclut que l'obliquité de l'Ecliptique, au tems de Pytheas, ne devoit être que de vingt-trois degrés & trente-une minutes. L'*ombre du Gnomon*, lui parut avoir préciſément la même longueur qu'y trouva Pytheas.

Dans ce conflit d'Obſervations & d'Opinions, ſans adopter & ſans combattre le Sentiment de Meſſieurs de Louville & de Lalande, nous penſons avec Meſſieurs Wolf & de Maupertuis, que ce *Point d'Aſtronomie*, n'a pas encore toute la certitude néceſſaire.

III°. Ne pourroit-il pas ſe faire que l'obliquité de l'Ecliptique, eût réellement changé tantôt en plus, tantôt en moins, par des Révolutions arrivées au Globe terreſtre, ou par de petits changemens de centre de gravité? (506, 510, 1738, 1749).

Cette idée, ſi ſimple & ſi naturelle, concilieroit entre elles, toutes les Obſervations diſcordantes que nous venons de rapporter.

### *NUTATION DE L'AXE TERRESTRE.*

1382. OBSERVATION. Nous avons obſervé précédemment que l'*Axe de la Terre & du Monde*, fait une révolution conique autour de l'Axe de l'Ecliptique, contre l'ordre des Signes, en 25740 ans; & que la Cauſe phyſique de cette révolution conique & rétrograde, eſt principalement l'action attractive de la Lune, ſur l'Equateur terreſtre, renflé & ſaillant. (1329).

Cette même action attractive de la Lune, produit un *autre petit Phénomene*, relatif à l'obliquité de l'Ecliptique, & dont nous allons rendre compte. Elle donne à l'Axe terreſtre PTM, un *petit Balancement régulier & périodique*; qui alternativement l'approche & l'éloigne des Poles D & E de l'Ecliptique; &

qui eſt indépendant de l'obliquité générale de l'Ecliptique, dont nous venons de parler.

I°. Si l'Axe de la Terre & du Monde PTM, étoit toujours parfaitement à la même diſtance des Poles de l'Ecliptique : il décriroit en 25740 ans, la circonférence PQRSP, ſans jamais ſortir de cette circonférence. (*Fig.* 6).

II°. Mais il eſt démontré par des Obſervations certaines, que dans une Période d'environ dix-neuf ans, cet axe PTM s'approche & s'éloigne alternativement des poles de l'Ecliptique : enſorte que l'*obliquité de l'Ecliptique*, quelle que ſoit cette obliquité actuelle, va en croiſſant pendant neuf ans & en décroiſſant pendant neuf ans ; & ainſi de ſuite, toujours périodiquement.

La différence entre la plus grande & la plus petite obliquité de l'Ecliptique, pendant cette Période, eſt, ſelon l'Abbé de la Caille, d'environ dix-huit ſecondes. La plus grande obliquité arrive : quand le Nœud aſcendant de la Lune, eſt dans le Point équinoxial du Bélier. La plus petite obliquité a lieu : quand le Nœud aſcendant de la Lune, eſt dans le Point équinoxial de la Balance.

III°. Il réſulte delà, que l'*Axe PTM*, outre le Mouvement diurne qui le fait chaque jour tourner ſur lui-même, outre le Mouvement annuel qui lui fait décrire chaque année un grand Cylindre autour du Soleil, outre le Mouvement rétrograde qui lui fait décrire autour des Poles de l'Ecliptique deux Cônes oppoſés par leur ſommet au centre de la Terre, ſe trouve avoir encore un *quatrieme mouvement*, qui le fait tourner coniquement autour de lui-même en environ dix-neuf ans ; & qui fait qu'au lieu de décrire la circonférence PQRSP, il décrit autour des différens Points de cette circonférence, *une foule d'Epicycles* ; s'approchant & s'éloignant alternative-

ment des Poles de l'écliptique. Tel eſt ſon Mouvement périodique de *Nutation*, dont nous avions à donner une idée ; & dont l'Arc SP préſente une eſpece d'image.

Cette *Nutation de l'Axe terreſtre*, reſſemble aſſez bien au *mouvement de Libration* que nous avons obſervé ailleurs dans l'Axe de la Lune. (*Fig.* 65).

L'un & l'autre axe ACX, au lieu de tourner préciſément ſur lui-même, a un petit mouvement conique *rsr* & *vtv* ; dont la durée *rsr* eſt d'environ dix-neuf ans dans la Terre & d'un mois dans la Lune. (1244).

A la théorie des Phénomenes aſtronomiques, va ſuccéder enfin la théorie de leurs Cauſes phyſiques : théorie également intéreſſante & pour l'Eſprit qu'elle éclaire, & pour l'Imagination qu'elle amuſe. *Felix, qui potuit Rerum cognoſcere Cauſas.*

## OBJET DE LA SECONDE PARTIE DE CE TRAITÉ, OU DE L'ASTRONOMIE PHYSIQUE.

*FABLE OU ROMAN DU SYSTÊME ANCIEN ET MODERNE DU PLEIN ET DES TOURBILLONS : quelques modifications que l'on faſſe ſubir à ce Syſtême en tout point ruineux.*

*EXISTENCE DU VIDE ET D'UN VIDE IMMENSE DANS LA NATURE : ſurtout dans les Eſpaces céleſtes, où l'Impulſion évidemment n'a point lieu.*

*NATURE, EXISTENCE, ET LOIX D'UNE ATTRACTION RÉCIPROQUE ET UNIVERSELLE, en raiſon directe des Maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des Diſtances.*

*INFLUENCE DE CETTE LOI D'ATTRACTION, dans le grand Phénomene de la Peſanteur des Corps, dans le Mouvement curviligne des Planetes & des Cometes, dans le permanant Phénomene du Flux & du Reflux de la Mer.*

# SECONDE PARTIE

## DE LA THÉORIE DU CIEL.

### L'ASTRONOMIE PHYSIQUE;

### *OU THÉORIE DES CAUSES D'OU NAISSENT LES PHÉNOMENES CÉLESTES.*

1383. DÉFINITION. L'*ASTRONOMIE physique*, eſt la Science des Cauſes primitives qui produiſent ou qui perpétuent dans les Corps céleſtes, les divers Mouvemens qui les animent.

Ces *Cauſes primitives*, qui donnent le branle à toute la Nature, qui produiſent tous les grands Phénomenes que nous obſervons dans le Monde planétaire, ſont, ſelon Deſcartes, l'*Impulſion dans le Plein*; ſelon Newton, l'*Attraction dans le Vide.*

1°. Il ſeroit difficile d'imaginer *deux Syſtêmes*, plus diamétralement oppoſés; deux ſyſtêmes, où la fauſſeté de l'un, entraîne plus viſiblement la vérité de l'autre.

Le *Regne du premier*, a été brillant; mais peu durable. Les plus beaux génies de l'Europe, ont fait d'inutiles efforts pour le garantir de la ruine inévitable où l'entraîne de toute part, le défaut de ſimplicité, de vraiſemblance, de conformité avec les Phénomenes.

Le *Regne du ſecond*, a commencé avec moins d'éclat. Mais le Tems, deſtructeur des romaneſques Hypotheſes, cimente, conſolide, accrédite de plus en plus, de jour en jour, de ſiecle en ſiecle, les heu-

reuſes Découvertes qui dévoilent le jeu & le mécaniſme de la Nature.

Si pendant un tems, le Monde ſavant a été partagé entre ces deux Syſtêmes : il eſt certain que les choſes ont bien changé de face. Aujourdhui Deſcartes n'a plus ou preſque plus de Sectateurs en ce genre ; & tout Phyſicien, tout Aſtronome, eſt Sectateur de Newton.

II°. Deſcartes & Newton ne different en rien, ſur la Cauſe primitive du Mouvement, ſur le vrai Syſtême du Monde, ſur les divers Phénomenes céleſtes.

Ils s'accordent unanimement à reconnoître que l'Inertie eſt le partage de la Matiere : que l'Etre increé & créateur eſt l'unique Cauſe efficiente de tout Mouvement : que le Soleil & les Etoiles ſont immobiles, ou ne ſe déplacent qu'infiniment peu : que la Terre eſt une vraie Planete, animée d'un Mouvement permanant qui l'emporte dans une Courbe elliptique autour du Soleil ; tandis qu'elle fait chaque jour une Révolution ſur ſon Axe toujours ſenſiblement parallele à lui-même ; & ainſi du reſte.

Ainſi, ces deux grands Hommes, d'accord ſur l'action permanante de l'Etre créateur, action toujours néceſſaire pour produire & pour perpétuer le Mouvement dans les Corps, ne different que dans la maniere dont ils la font influer dans les Phénomenes.

Selon Deſcartes, l'Auteur de la Nature, ne conſerve & ne perpétue le mouvement dans les Globes céleſtes, que conſéquemment à la préſence & à l'impulſion d'un Courant de matiere fluide qui les heurte.

Selon Newton, l'Auteur de la Nature, conſerve & perpétue le mouvement dans les Globes céleſtes, ſans la préſence & ſans l'impulſion d'un tel Courant de matiere fluide.

Tout eſt plein, dit Deſcartes ; & tout Mouvement

naît d'une Impulsion. Il y a des Vides & des Vides immenses dans les Espaces célestes, dit Newton; & les grands Mouvemens des Corps célestes, ont pour Cause physique, non l'Impulsion, mais l'Attraction.

L'*examen du Plein & du Vide*, la *théorie de l'Attraction & de ses Dépendances* : tel va être l'objet de cette seconde Partie de la théorie du Ciel, que nous diviserons en deux grandes Sections.

## PREMIERE SECTION.

### EXAMEN DU PLEIN ET DU VIDE.

LA *Nature visible*, selon Descartes, est un Ensemble indéfini de Matiere solide ou fluide; où tout est plein, où n'existe & où ne peut exister aucun Vide. La même Nature visible, selon Newton, est un grand Ensemble de Vide & de Plein; où le Vide est comme infiniment grand, & où le Plein est comme infiniment petit. Lequel des deux a raison? C'est ce que nous allons examiner dans toute cette premiere Section.

#### *SYSTÊME DE DESCARTES, ET IDÉE DE SES TOURBILLONS.*

1384. EXPLICATION. Après avoir imaginé ses trois Elémens, comme nous l'avons expliqué ailleurs (163): Descartes destine la *Matiere rameuse*, à se convertir en Globes solides, en Planetes & en Cometes; la *Matiere globuleuse*, à rouler en torrent circulaire ou elliptique, autour d'un Soleil ou d'une Planete; la *Matiere subtile*, à remplir tous les interstices répandus entre les deux premiers Elémens.

I°. Tout est plein, selon Descartes: de sorte que si le Tout-puissant vouloit aujourd'hui créer & placer

entre le Soleil & les Etoiles voiſines, un pouce cubique de matiere, il lui faudroit reculer proportionnellement toutes les limites de l'Univers. L'eſpace immenſe, intercepté de toute part entre le Soleil & les Etoiles, eſt rempli d'un mélange de Matiere globuleuſe & de Matiere ſubtile, dont l'enſemble forme un Fluïde qu'il nomme *Ether* ou *Matiere éthérée*.

Dans cette Matiere éthérée, dans ce Fluïde ſans cohéſion & ſans peſanteur, nagent quelques Globes ſolides, les Planetes & les Cometes, avec leurs petites Atmoſpheres.

Selon Deſcartes, les *Globules du ſecond Elément*, qui forment principalement l'Ether ou la Matiere éthérée, ſont des corps d'une dureté & d'une inflexibilité infinies. Selon Mallebranche & Privat de Moliere, ces mêmes Globules ſont flexibles & élaſtiques; ſont de petits Tourbillons, farcis indéfiniment d'autres tourbillons plus petits.

II°. Au commencement des Tems, ſelon Deſcartes, l'Auteur de la Nature, diviſa la Matiere éthérée qui emplit l'immenſité de l'Univers, en tout autant de *grandes Portions*, qu'il y a d'Etoiles, c'eſt-à-dire de Soleils: car chaque Etoile eſt un Soleil ſemblable au nôtre; & il imprima en différens ſens, à chaque grande portion ou diviſion de cette Matiere éthérée, un Mouvement circulaire ou elliptique autour du Soleil voiſin.

Delà, les *grands Tourbillons*: qui renferment eux-mêmes dans leur ſein, différens *Tourbillons ſubalternes*; comme nous l'expliquerons bientôt.

Le même Mouvement qui fut imprimé à la *Matiere éthérée*, au commencement des tems, eſt ſans ceſſe reproduit, conſervé, perpétué, par l'Etre créateur: parce que cette Matiere éthérée, ſelon Deſcartes, ne rencontre aucun obſtacle qui puiſſe occaſionner une interruption ou une altération dans ſon Mouvement. (*Fig.* 59).

III°. Ces *grands Tourbillons* ne circulent pas tous dans le même ſens. Par exemple, tandis que notre grand Tourbillon ſolaire fait ſa révolution *m n o m*, d'occident en orient, autour de ſon Soleil T : les grands Tourbillons des Etoiles voiſines S & Y, qui le preſſent & le captivent au couchant & au levant, circulent d'orient en occident, chacun autour de leur étoile S & Y, dans la direction *a b c a*.

Et tandis que le grand Tourbillon IKL circule du midi au nord ; le grand Tourbillon VXZ circule du nord au midi. Par-là, leurs évolutions ſont plus analogues & moins propres à s'entre-détruire.

Par la même raiſon, les *grands Tourbillons des Etoiles plus éloignées*, doivent être diſpoſés & arrangés d'une maniere à peu près ſemblable ; relativement aux grands Tourbillons ſupérieurs & inférieurs qu'ils preſſent & par leſquels ils ſont preſſés : en telle ſorte que chaque grand Tourbillon intermédiaire faſſe ſes évolutions en un ſens différent du Tourbillon ſupérieur & du Tourbillon inférieur. Telle une Roue dentée, placée entre deux Roues dentées qu'elle engrene, tourne en un ſens différent des deux Roues qu'elle meut. (*Fig.* 59).

Comme la *derniere Couche de chaque Tourbillon*, tend toujours à s'enfuir par la Tangente, ſelon les Loix générales du Mouvement (308) ; & que cette derniere Couche n'a, ſelon Deſcartes, aucune Peſanteur qui lui ſoit propre, & qui puiſſe infléchir ſon Mouvement : il faut néceſſairement dans ce Syſtême, des Tourbillons toujours plus éloignés à l'infini ; pour captiver & pour infléchir les Tourbillons inférieurs. Delà, le Monde indéfini de Deſcartes ; qui revient néceſſairement à un Monde infini, à un Monde chimérique. (*Mét.* 967 & 977).

IV°. Au milieu de notre grand Tourbillon ſolaire, ſont placées à différentes diſtances du Soleil, les Pla-

netes & les Cometes, qui ont chacune leur Tourbillon à part : lequel fait ſes révolutions ſur lui-même, tandis qu'il eſt emporté dans le Courant du grand Tourbillon ſolaire. De-là, les *Tourbillons ſubalternes.*

Le Tourbillon d'une Planete principale peut renfermer encore dans ſon ſein, d'autres *moindres Tourbillons*, dont les évolutions ſe feront dans l'enceinte du Tourbillon propre à la Planete principale. Tel eſt le Tourbillon de la Terre, qui contient le Tourbillon de la Lune. Tel eſt le Tourbillon de Jupiter, qui renferme les différens Tourbillons de ſes quatre Satellites. La même choſe doit s'entendre, à l'égard de Saturne & de ſes cinq Satellites. (*Fig.* 4).

V°. Tout Mouvement, ſelon Deſcartes, commence ou finit, augmente ou diminue, ſe communique en un ſens ou en un autre, *par voie d'Impulſion :* de ſorte que l'Impulſion eſt l'unique Cauſe de tous les Mouvemens que nous obſervons dans la Nature.

Delà, la *néceſſité d'un Fluide moteur*, qui empliſſe tout l'Univers; qui puiſſe voiturer les Planetes & les Cometes, tranſmettre à nos yeux l'action des Corps lumineux, établir un moyen de communication entre toutes les Parties du grand Tout de la Nature. Ce Fluide moteur eſt la *Matiere éthérée*, ou l'enſemble de la Matiere globuleuſe & de la Matiere ſubtile.

VI°. Cette Matiere éthérée, par ſa force impulſive, emporte dans ſon Courant nos Planetes, d'occident en orient, autour du Soleil; & ne retarde point par cette même force impulſive, certaines Cometes qui vont contre ſon Courant, d'orient en occident.

La même choſe doit avoir lieu, ſelon Deſcartes, dans les Tourbillons des autres Soleils, relativement à leurs Planetes & à leurs Cometes.

VII°. Cette Matiere éthérée, ſelon les Cartéſiens, n'a par elle-même *aucune Peſanteur;* & rien ne lui

donne de la Peſanteur. Ainſi, elle n'a abſolument aucune tendance, ni vers le Soleil autour duquel elle circule; ni vers les Corps ſolides qu'elle entraîne dans ſon Courant.

VIII°. Les Corps ſolides, tels que les Planetes & les Cometes, n'ont auſſi *aucune Peſanteur*, par eux-mêmes. Mais la Matiere éthérée, par ſon impulſion, leur imprime un *Mouvement vers certains Centres*; & ce Mouvement vers certains centres, eſt leur Peſanteur.

Ainſi, la Matiere éthérée, ſans avoir en elle-même aucune peſanteur, devient la *Cauſe générale de toute Peſanteur*, dans la Nature viſible. (*Fig.* 51 & 53).

Pour prendre une idée générale de ce Mouvement central d'un Corps ſolide, au ſein de la Matiere éthérée de Deſcartes, ou de l'Ether Cartéſien: ſuppoſons une Bombe, à quarante ou cinquante toiſes de hauteur. Là, elle ne tend pas plus par elle-même & par les Loix de la Nature, à deſcendre qu'à monter.

Mais la Matiere éthérée qui circule autour de la Terre, a d'autant plus de vîteſſe, qu'elle eſt plus éloignée du centre de la Terre. D'où il arrive que la partie ſupérieure de cette Bombe, reçoit des impulſions plus rapides & plus fortes que la partie inférieure; & que ces impulſions plus fortes & plus efficaces dans la partie ſupérieure de cette Bombe, doivent la déterminer à tendre avec un mouvement qui s'augmente ſans ceſſe, vers la partie où les impulſions ſont toujours plus foibles & plus inefficaces.

Tel eſt, pour le fonds des choſes, le *Syſtême ſuranné des Tourbillons*: Syſtême dont nous dévoilerons bientôt plus en detail, les principaux vices, les principales abſurdités.

### *SYSTÊME DE NEWTON, ET IDÉE DE SES GRANDS VIDES.*

1385. EXPLICATION. Tout eſt plein, ſelon Deſ-

cartes : tout eſt preſque vide, ſelon Newton. Dans l'eſpace immenſe qui ſépare le Soleil des Etoiles, il n'y a d'autre Matiere, que celle qui compoſe les ſix ou ſept *Planetes principales, les Planetes ſecondaires, & un certain nombre encore peu connu de Cometes. (*Fig.* 4 & 9).

A l'exception de ce petit nombre de *Points ſolides*, entourés de leurs petites Atmoſpheres ; à l'exception de quelques rayons de Lumiere éparpillée dans l'immenſité des Eſpaces céleſtes, & qui ne doit être comptée pour rien à cauſe de ſon inconcevable diviſion ; tout eſt vide, dans notre Monde planétaire : enſorte que dans l'eſpace immenſe qui ſe trouve intercepté entre le Soleil & les Etoiles, le Plein n'eſt que comme un infiniment petit, en comparaiſon du Vide. Et il eſt vraiſemblable que la même choſe a lieu, dans l'eſpace immenſe qui ſépare les unes des autres les différentes Etoiles : leſquelles ſont tout autant de Soleils deſtinés à éclairer un petit nombre de Planetes & de Cometes, éparſes dans le Vide & errantes autour d'elles. Ainſi, ſelon Newton :

I°. Les Planetes & les Cometes ſe meuvent autour de leur Soleil immobile, dans un *Eſpace vide ou comme vide* : Eſpace dans lequel rien ne s'oppoſe à leurs Mouvemens quelconques ; qui s'y effectuent par conſéquent, en toute liberté & ſans aucune altération.

II°. Tous les Corps ont une Peſanteur, ou une tendance vers le centre de leur Mouvement ; & cette *Peſanteur des Corps quelconques*, a pour Cauſe, non l'impulſion d'un Fluide moteur ; non une qualité inhérente à la Matiere, mais une *Loi générale & primitive du Créateur ;* qui a librement décerné au commencement des tems, que tous les Corps exiſtans tendroient ou graviteroient les uns vers les autres, avec une Force égale au Produit de leur maſſe, diviſé par le Quarré de leur diſtance. (1273 & 1283).

Selon Deſcartes, il n'y a qu'*une ſeule Cauſe de Mouvement*, dans la Nature; ſavoir, l'Impulſion. Selon Newton, outre l'Impulſion, il y a dans la Nature, une *autre Cauſe de mouvement*; ſavoir, l'Attraction ou la Peſanteur, dont l'exiſtence n'exige l'Impulſion d'aucun Corps.

III°. Si l'auteur de la Nature, après avoir formé au commencement des Tems, tous les Globes opaques & lumineux, les avoit ſimplement abandonnés à leur Peſanteur réciproque, ou à leur Tendance les uns vers les autres: les Globes opaques ſe ſeroient allé précipiter & engloutir ſucceſſivement dans le Soleil voiſin.

Pour parer à cet inconvénient, qu'a-t-il fallu? Il a fallu ſimplement que l'Auteur de la Nature, au commencement des tems, en laiſſant dans le repos tous les Globes lumineux, imprimât à chaque Globe opaque, un *Mouvement projectile quelconque*, dont la direction fît un angle quelconque avec la direction de la Peſanteur.

Du repos dans le Globe lumineux, de la Loi de gravitation réciproque entre tous les Corps, d'un Mouvement projectile en un ſens quelconque dans chacun des Globes opaques, s'enſuivent tous les Mouvemens permanans des Planetes & des Cometes autour de leur Soleil ou de leur Centre de mouvement dans le Vide. (1285 & 1286).

IV°. Telle eſt en précis, la *ſublime Idée de Newton*, ſur le Mécaniſme de l'Univers: idée dont la ſimplicité ſympathiſe ſi bien avec la marche de la Nature; idée dont les Principes, en mettant toujours la Nature dans la plus grande dépendance de ſon Auteur, s'accordent ſi bien avec les vrais Principes de la Religion; idée dont les conſéquences cadrent toujours parfaitement avec les Obſervations aſtronomiques; rendent raiſon dans la plus rigoureuſe préciſion, des

Phénomenes connus; préparent & anticipent ſouvent des Découvertes, dont les Obſervations ſubſéquentes conſtatent & vérifient de jour en jour la réalité.

### IDÉE EXACTE ET PRÉCISE DU VIDE.

1386. OBSERVATION. Selon Deſcartes, le Vide n'exiſte point dans la Nature : bien plus, le Vide répugne abſolument en lui-même. Selon Newton, le Vide ne répugne aucunement en lui-même : le Vide & un Vide immenſe exiſte dans la Nature.

Comme le Plein & le Vide ſont la baſe fondamentale de ces deux Syſtêmes diamétralement oppoſés : la déciſion de cette intéreſſante Queſtion, ſi le Vide ou le Plein a lieu dans la Nature, va préparer la ruine de l'un, & le triomphe de l'autre.

I°. Nous avons démontré dans notre Métaphyſique, que le Vide eſt évidemment poſſible : que le Vide, & un Vide infini exiſte néceſſairement hors de la Nature. (*Mét.* 353 & 356).

Il ne nous reſte donc plus ici qu'à examiner la *queſtion de Fait* : ſavoir ſi le Vide exiſte réellement dans la Nature, dans l'eſpace intercepté entre le Soleil & les Etoiles plus ou moins éloignées.

II°. Il eſt important de ſe former une exacte idée du Vide dont il eſt ici queſtion. Le terme de *Vide*, préſente une idée fort différente au Peuple & au Philoſophe. Le Peuple entend par ce terme, un eſpace où n'exiſte aucun Corps propre à affecter les ſens : le Philoſophe entend un eſpace où n'exiſte abſolument aucune matiere quelconque, ſenſible ou inſenſible.

Une Bouteille dans laquelle il y auroit une grande quantité d'Air condenſé, une grande quantité de Matiére ignée, lumineuſe, électrique, magnétique, ſeroit pour le Peuple, une bouteille vide.

Pour que la capacité de cette Bouteille fût un vrai Vide, tel que l'entend le Philoſophe : il faudroit

qu'il n'y eût ni air, ni feu, ni lumiere, ni aucune autre matiere quelconque.

Le *Vide dont nous allons parler*, eſt une privation de toute Matiere quelconque, ſenſible ou inſenſible, dans l'eſpace ou dans une immenſement grande partie de l'eſpace qui ſe trouve intercepté entre le Soleil & les Etoiles.

III°. Nous allons faire voir, en premier lieu, que les Mouvemens des divers Corps ſolides & fluides, que nous voyons s'effectuer ſans ceſſe autour de nous ſur la ſurface de notre Globe, ne peuvent point s'effectuer; ſans former réellement dans la Nature, une infinité de petits Vides: en ſecond lieu, que les Mouvemens des Planetes & des Cometes autour du Soleil, ne peuvent point non plus s'effectuer, ſans ſuppoſer un Vide preſque parfait dans les Eſpaces céleſtes.

Delà réſultera démonſtrativement l'exiſtence & des *petits Vides* & des *grands Vides*, que ſuppoſe le Syſtême Newtonien, & que combat le Syſtême Carteſien.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### EXISTENCE DES PETITS VIDES.

PRÉTENDRE, avec Deſcartes, que le Vide n'exiſte aucunement dans la Nature; c'eſt prétendre qu'il n'exiſte aucun mouvement dans les molécules de l'Air de l'Eau, de la Lumiere, de la Terre, & ainſi du reſte: ainſi que nous allons l'obſerver & le démontrer.

### PROPOSITION.

1387. *Les Mouvemens des Corps ſolides & fluides qui nous environnent, ne peuvent point s'effectuer; ſans for-*

*mer réellement dans la Nature, à chaque inſtant, une infinité de Vides plus ou moins grands.*

DÉMONSTRATION. Il y a du Mouvement dans la Nature : il y a des Corps dont les parties s'approchent ou s'éloignent les unes des autres. Donc il y a du Vide dans la Nature, où les Cartéſiens veulent que tout ſoit plein. Je démontre la conſéquence.

I°. Comme la Matiere n'eſt point & ne peut point être infiniment diviſée (67), de l'aveu même des Cartéſiens : je prends dans la Matiere, *deux Elémens de l'eſpece la plus petite*; & je les ſuppoſe contigus : ſur quoi je raiſonne ainſi.

Les mouvemens que nous obſervons dans la Nature, démontrent viſiblement que ces deux Elémens, ou deux autres Elémens ſemblables, ſe ſéparent, s'écartent l'un de l'autre. Or, ces deux Elémens ne peuvent pas ſe ſéparer l'un de l'autre, ſans laiſſer entre eux *un Vide* qu'aucun Corps ne peut occuper & remplir. Je le démontre.

L'un de ces deux Elémens, ne peut s'éloigner de l'autre de toute la longueur de ſon diametre : qu'après s'en être éloigné auparavant de la longueur de ſon demi-diametre. Or, dans cet inſtant où ces deux Elémens, les plus petits qui ſoient dans la Nature, ne ſont encore écartés l'un de l'autre que de la *moitié d'un de leurs diametres*, il y a entre eux un Vide qu'aucune matiere ne peut occuper & remplir. Je le démontre.

Pour que l'eſpace en queſtion, pût être occupé & rempli par une autre matiere : il faudroit qu'il y eût dans la Nature, des élémens dont le diametre entier fût égal à la moitié du diametre des plus petits élémens ; c'eſt-à-dire, qu'il faudroit qu'il y eût des élémens de beaucoup plus petits, que les plus petits de tous les élémens : ce qui entraîne une palpable contradiction.

II°. Si un des plus petits Elémens, ſe trouve contigu à un *autre Elément* d'une eſpece plus groſſe : ces deux Elémens ne peuvent non plus ſe ſéparer, ſans laiſſer entre eux *un Vide* qu'aucune matiere ne peut occuper.

Car il eſt évident que le plus petit Element doit s'écarter de l'Elément contigu, d'une quantité égale à la *moitié de ſon diametre*, avant de s'en écarter d'une quantité égale à tout ſon diametre : donc le petit élément ne peut s'écarter & ſe ſéparer du grand, ſans laiſſer un Vide dans la Nature.

III°. Si un nombre immenſe d'Elémens de différente eſpece & de différente groſſeur, ſe trouvent unis en une ſeule & même maſſe ſolide ou liquide, ſans aucun Vide entre eux : je dis encore que ces élémens ne peuvent pas ſe ſéparer les uns des autres, ſans laiſſer entre eux une infinité de Vides, dans l'inſtant de leur ſéparation.

Car, ſoit cette Maſſe, un mélange d'eau, de farine, d'argile, de différens ſels, de différentes huiles, & de tous les Fluides inviſibles qui s'inſinuent dans les Corps. Pour que le Vide ſoit banni de cette maſſe ; il faut que les Vides ou les Interſtices que laiſſent entre eux les Elémens les plus groſſiers, ſoient remplis par d'autres élémens d'une eſpece plus petite : il faut que les Vides que laiſſent encore entre eux ces derniers, ſoient encore remplis par d'autres élémens plus ſubtils ; & ainſi de ſuite, juſqu'à la totale contiguité de tous les Elémens dans tous les points de leur ſurface.

Or, dans ce cas de contiguité totale, les plus petits Elémens de toute cette maſſe, ſont contigus ou à des élémens auſſi petits qu'eux, ou à des élémens plus grands qu'eux ; & dans l'une ou dans l'autre ſuppoſition, la ſéparation ne peut ſe faire, ſans laiſſer des Vides ; comme on vient de le démontrer.

IV°. Il réſulte delà, qu'il aut néceſſairement, ou que les Elémens qui compoſent une *Goutte d'eau*, par exemple, ne puiſſent jamais ſe ſéparer & s'écarter les uns des autres; ou que la ſéparation ſucceſſive des Elémens qui compoſent cette goutte d'eau, donne lieu ſucceſſivement à l'exiſtence d'une *infinité de petits Vides*.

Or, il eſt évident que le mouvement de ſéparation a lieu conſtamment & perſévéramment, dans l'élément de l'eau, dans l'élement de l'air, dans l'élément du feu, dans tout le mécaniſme du Regne animal & du Regne végétal; en un mot, dans toute la Nature expoſée à nos Obſervations.

Donc, ſans examiner encore ſi les *grands Vides de Newton*, exiſtent : il eſt certain qu'il y a dans la Nature, du moins une infinité de petits Vides; & que le *Plein des Carteſiens*, eſt une vraie chimere, que détruiſent les phénomenes de Mouvement, qui ſe montrent de toute part à nos yeux. C. Q. F. D.

1388. OBJECTION. La *Matiere ſubtile de Deſcartes*, deſtinée à remplir les interſtices répandus entre les deux autres Elémens, peut être regardée comme étant d'une ductilité ſans bornes. Quel inconvénient y auroit-il donc à dire que, tandis que deux Elémens contigus de Matiere ſubtile, s'écartent d'un quart ou d'une moitié de leur diametre; une autre Matiere ſubtile, en vertu de ſa ductilité, ſe ſubtiliſe davantage pour remplir toujours l'eſpace que produit la ſéparation, dans ſon commencement & dans ſes progrès ?

RÉPONSE. Cette *infinie Ductilité*, que l'on eſt obligé d'attribuer à la Matiere ſubtile, dans l'hypotheſe du Plein, eſt la plus grande chimere d'une hypotheſe toute compoſée de chimeres.

I°. Nous avons obſervé & démontré ailleurs, que les

les Elémens primitifs de la Matiere, que les Principes primitifs des Corps, quels que ſoient ces Elémens & ces Principes primitifs, ont reçu inconteſtablement de l'Auteur de la Nature, une *Maſſe fixe*, que rien ne peut entamer; une *Figure déterminée*, qui n'eſt ſujette à aucune altération: ſans quoi, il n'y auroit plus de ſtabilité, plus d'uniformité, plus de permanence pour la Nature; que nous voyons cependant toujours ſemblable à elle-même & dans ſes Principes & dans leurs Réſultats. (145 & 1525).

Pourquoi la Matiere ſubtile auroit-elle été ſouſtraite à la Loi qui affecte tous les autres Elémens? Par quel mécaniſme phyſique, ou plutôt par quelle vertu magique, la Matiere ſubtile, ce Protée plus merveilleux que celui de la Fable, peut-elle prendre en un ſeul inſtant, une infinité de formes différentes, ſans altérer ſa nature primitive?

II°. Mais ſuppoſons pour un moment la réalité de cette chimere, de cette infinie ductilité de la Matiere ſubtile; & examinons-en les conſéquences. Soient *deux globules de Lumiere contigus*, globules d'une inconcevable petiteſſe.

Dans l'hypotheſe d'un Plein parfait: pour que ces deux globules puiſſent s'écarter l'un de l'autre de la longueur d'un de leurs diametres; il faut qu'une matiere infiniment moindre vienne remplir par une infinité de couches ſucceſſives, l'eſpace qui ſe forme ſucceſſivement entre eux, eſpace égal à un de leurs diametres.

Ce n'eſt pas tout. Il faut maintenant que ce nombre infini de couches interpoſées entre ces deux globules de Lumiere, dans un eſpace égal à un de leurs diametres, ſe ſéparent les unes des autres: ſans quoi la Nature entiere ſeroit bientôt une maſſe privée de tout mouvement. Or, il eſt clair qu'une couche ne peut ſe ſéparer de l'autre, d'une quantité égale à toute

ſon épaiſſeur ; ſans s'en être auparavant écartée d'une quantité égale au quart, à la moitié, aux deux tiers, aux trois quarts de ſon épaiſſeur ; & ainſi de ſuite.

Il faudra donc, *pour éviter l'exiſtence du Vide*, dans cette ſéparation, qu'une infinité de nouvelles couches d'une Matiere ſubtile, infiniment plus atténuée que la précédente, viennent encore remplir les infiniment petits interſtices que laiſſeront entre elles les couches en queſtion, en s'écartant ſucceſſivement du quart, de la moitié, de la totalité de leur épaiſſeur ; laquelle n'eſt déjà qu'une infiniment petite partie du diametre d'un globule comme infiniment petit.

Ce n'eſt pas tout encore. Pour ſéparer les unes des autres ces dernieres couches, dont l'épaiſſeur eſt déjà infiniment moindre que celle des premieres, laquelle eſt déjà infiniment petite : il faudra imaginer une infinité de nouvelles couches d'une Matiere toujours infiniment plus atténuée ; pour les intercaler ſucceſſivement entre les couches que l'on veut écarter & ſéparer, ſans qu'elles laiſſent des Vides entre elles ; & ainſi de ſuite à l'infini. Quelle rêverie ! Quelle chimere !

## PARAGRAPHE SECOND.

### EXISTENCE DES GRANDS VIDES.

1389. OBSERVATION. SELON Newton, les Eſpaces céleſtes, interceptés entre le Soleil & les Etoiles, ſont des *Vides immenſes*, où ne ſe trouve aucune matiere : à l'exception des Planetes, des Cometes, de leurs petites Atmoſpheres, & de quelques Rayons d'une Lumiere infiniment raréfiée, laquelle doit être regardée comme une quantité nulle ; parce que ſi elle étoit réunie en une maſſe continue, elle

n'occuperoit qu'une infiniment petite portion de l'eſpace où elle ſe trouve diviſée & diſperſée en infiniment petites molécules.

Selon Deſcartes, ces mêmes Eſpaces céleſtes, interceptés entre le Soleil & les Etoiles, ſont remplis d'une matiere infiniment denſe, mais infiniment fluide; dans laquelle nagent les mêmes Planetes, les mêmes Cometes, avec leurs petites Athmoſpheres.

*PRINCIPES ET THÉORÊMES PRÉLIMINAIRES.*

Avant de prendre aucun parti pour ou contre les Sentimens oppoſés de ces deux grands hommes; il eſt néceſſaire d'établir quelques Vérités préliminaires, d'où doit réſulter & découler le Jugement à porter ſur ce Point fondamental de la Phyſique moderne, ſur le Vide.

1390. THÉORÊME I. *Dans le Syſtême Carteſien, tous les Corps ſont d'égale denſité.*

DÉMONSTRATION. Selon les Carteſiens, il n'y a point de Vide dans l'Univers; tout eſt plein d'une Matiere qui a été créée homogene; d'une Matiere, qui, en ſe diviſant & en ſe broyant, n'a point changé intrinſéquement de nature.

Il y a donc tout autant de matiere dans un pied cube d'Air, que dans un pied cube de marbre; & cette induction eſt adopée & avouée par Deſcartes & par ſes Diſciples.

Dans le Syſtême carteſien, un pied cube d'Air, eſt moins peſant qu'un pied cube de Marbre, quoique d'égale denſité abſolue l'un & l'autre: parce que le pied cube d'Air, eſt preſque tout compoſé de matiere ſubtile & de matiere globuleuſe, qui n'ont point de peſanteur; au lieu que le pied cube de Marbre, contient peu de matiere ſubtile & de matiere

globuleuſe, & beaucoup de matiere rameuſe & canelée, qui ſeule, ſelon les Cartéſiens, a de la peſanteur. Delà, l'inégalité de poids, malgré l'égalité de matiere ou de denſité, dans ces deux pieds cubes d'air & de marbre. C. Q. F. D.

1391. THÉORÊME II. *Un Corps ne peut pas traverſer un Fluide; ſans perdre une partie plus ou moins grande de ſon mouvement.* (Fig. 55).

DÉMONSTRATION. Il eſt évident qu'un Corps GH ne peut pas traverſer un Fluide; ſans en déplacer une partie, ſans imprimer ſon mouvement à la partie qu'il déplace.

Or, ſelon une Loi générale & conſtante de la Nature, ſelon une Loi que nous voyons s'obſerver toujours & par-tout dans le *choc des Corps*: un Corps ne ſauroit être heurté & déplacé par un autre Corps; ſans que le Corps choquant perde une quantité de mouvement, égale à celle qu'acquiert le corps choqué. (310).

Donc un Corps qui traverſe un Fluide, qui en choque & en déplace une partie, doit néceſſairement perdre une partie plus ou moins grande de ſon mouvement. C. Q. F. D.

1392. THÉORÊME III. *Dans un Fluide quelconque, la Force d'inertie ou la Force par laquelle tout Corps réſiſte à ſon déplacement* (286), *eſt en raiſon compoſée de la denſité du Fluide qui réſiſte, de la ſurface du Corps qui le traverſe, & du quarré de la Viteſſe qui emporte ce Corps.*

DÉMONSTRATION. Quoique nous ayons déjà traité ailleurs de la réſiſtance des Milieux (295): nous ne craindrons pas d'en rappeller ici l'idée en peu de mots, en ſuppoſant avec les Cartéſiens, que les Milieux dans leſquels ſe meuvent les Corps cé-

leſtes, n'ont abſolument aucune réſiſtance de cohéſion.

I°. Il eſt clair qu'un milieu plus denſe préſente au Mobile qui le traverſe, une plus grande quantité de matiere à déplacer; & qu'une plus grande quantité de matiere déplacée, abſorbe une plus grande quantité de Mouvement, dans le Corps qui la heurte & la déplace: donc la réſiſtance d'un Milieu, eſt proportionnelle à ſa denſité.

II°. Il eſt clair qu'un Corps GH, en ſe mouvant dans un Fluide, déplace une d'autant plus grande quantité de ce Fluide, qu'il a plus de volume & de ſurface: donc la réſiſtance d'un Fluide, dont toutes les parties réſiſtent à leur déplacement, eſt proportionnelle à la ſurface du Corps qui le traverſe. (*Fig.* 55).

III°. Un Mobile qui ſe meut dans un Fluide, communique au fluide qu'il déplace, un mouvement proportionnel au quarré de ſa vîteſſe. (302).

Or, le Fluide ne peut acquérir un mouvement proportionnel au quarré de la vîteſſe du Mobile qui le traverſe, ſans enlever à ce Mobile une quantité de mouvement, proportionnelle à ce même quarré de la vîteſſe; & le Fluide ne peut enlever à ce Mobile une quantité de mouvement proportionnelle au quarré de la vîteſſe, ſans oppoſer à ce Mobile une réſiſtance proportionnelle à ce quarré de la vîteſſe: donc la réſiſtance du Fluide, eſt proportionnelle au quarré de la vîteſſe du Corps qui le traverſe. C. Q. F. D.

1393. THÉORÊME IV. *Un Cylindre qui ſe mouvroit avec une vîteſſe quelconque dans un Fluide de même denſité que lui, perdroit la moitié de ſa Vîteſſe, dans le tems qu'il parcourroit dans le Fluide, un eſpace égale à la longueur de ſon diametre.*

DÉMONSTRATION. Il eſt clair qu'un Cylindre ne

peut parcourir dans un Fluide, un eſpace égal à la longueur de ſon diametre GH, dans la direction de ce diametre, ſans déplacer une maſſe de matiere égale à ſa maſſe : la denſité étant ſuppoſée égale de part & d'autre, dans le Cylindre & dans le Fluide.

Or, c'eſt une Loi générale & fondamentale du Mouvement, une Loi qu'atteſtent tous les Principes & toutes les Expériences qui fondent la Mécanique, qu'un Corps ne peut déplacer & mouvoir une quantité de matiere égale à la ſienne, ſans lui communiquer la moitié de ſa vîteſſe. (322).

Donc un Cylindre, en ſe mouvant parallelement à ſon diametre avec une vîteſſe quelconque, dans un Fluide de même denſité que lui, doit perdre la moitié de ſa vîteſſe, dans le tems qu'il parcourt la longueur de ſon diametre. C. Q. F. D.

1394. THÉORÊME V. *Si une Sphere, & un Cylindre dont la baſe & la hauteur ſeroient égales au diametre de la Sphere, ſe meuvent avec une même vîteſſe dans un Fluide quelconque : la Sphere & le Cylindre eſſuieront de la part du Fluide, une égale réſiſtance.* (Fig. 55).

DÉMONSTRATION. En ſuppoſant ce Cylindre mu parallelement à ſon diametre GH, il eſt clair que ſa baſe ſupérieure & inférieure n'imprime aucun mouvement au Fluide, & n'en reçoit aucune réſiſtance.

Dans cette ſuppoſition, à laquelle nous bornons ici ce cinquieme Théorême : la ſurface réſiſtante du Cylindre, eſt uniquement ſa ſurface convexe, laquelle eſt égale à la ſurface de la Sphere en queſtion. (*Math.* 573).

Or, la denſité du Fluide, & la vîteſſe des deux Mobiles, étant les mêmes : la réſiſtance qu'oppoſe le Fluide, eſt proportionnelle aux ſurfaces des deux Mobiles qui le traverſent & le heurtent. Donc la Sphere & le Cylindre en queſtion, heurtant & dépla-

çant un égal volume de Fluide, dans le même tems, eſſuieront une égale réſiſtance.

Donc ſi la Sphere avoit la même ſomme de mouvement que le Cylindre, elle perdroit préciſément la moitié de ſon mouvement & de ſa viteſſe (1393), en parcourant dans le Fluide, un eſpace égal à ſon diametre. C. Q. F. D.

1395. THÉORÊME VI. *Mais la Maſſe de la Sphere, n'étant que les deux tiers de la maſſe du Cylindre : la Sphere aura perdu la moitié de ſon mouvement, quand elle aura parcouru un eſpace égal aux deux tiers de ſon diametre ou de ſon axe.* (Fig. 55).

DÉMONSTRATION. Les viteſſes de la Sphere & du Cylindre en queſtion, étant égales : il eſt clair que les ſommes de mouvement, dans ces deux corps, ſont entre elles comme les maſſes. (273).

Or, la maſſe d'une Sphere, n'eſt que les deux tiers de la maſſe d'un Cylindre de même baſe & de même hauteur, que l'axe de la Sphere. (*Math.* 614).

Donc la ſomme de mouvement, eſt moindre d'un tiers dans la Sphere, que dans le cylindre. Donc, pour que la Sphere perde la moitié de ſon mouvement ; il ſuffit qu'elle déplace une colonne du Fluide, égale aux deux tiers du Cylindre, égale en longueur aux deux tiers de ſon axe. C. Q. F. D.

1396. THÉORÊME VII. *Si le Cylindre eſt ſuppoſé en repos, & le Fluide en mouvement : le Cylindre acquerra dans un tems donné, autant de mouvement qu'il en eût perdu dans le même tems, en ſe mouvant dans le Fluide, avec la même viteſſe qu'a le Fluide qui le heurte.*

DÉMONSTRATION. Quand un Mobile heurte un Fluide : il perd une quantité de mouvement, proportionnelle à la réſiſtance du Fluide qu'il déplace. Quand au contraire un Mobile eſt heurté par un

Fluide : il acquiert une quantité de mouvement, proportionnelle à la percuſſion du Fluide par lequel il eſt déplacé.

Or, en ſuppoſant la vîteſſe égale dans l'un & dans l'autre cas, dans le Fluide heurtant & dans le Fluide heurté : il eſt clair que la réſiſtance & la percuſſion doivent être égales dans le Fluide. Donc les effets de la réſiſtance & de la percuſſion ſeront égaux.

Donc la *percuſſion du Fluide contre le Cylindre en repos*, lui imprimera une quantité de mouvement, égale à celle qu'eût perdu le Cylindre en heurtant le Fluide en repos. C. Q. F. D.

1397. COROLLAIRES. De toute cette théorie, & en particulier de celle de ce dernier théorême, il s'enſuit, (*Fig.* 55) :

I°. Que ſi un Cylindre eſt ſuppoſé d'abord en repos dans le Courant d'un Fluide d'égale denſité : *le Cylindre aura bientôt la même vîteſſe, que le Fluide.*

II°. Que ſi une Sphere eſt auſſi ſuppoſée d'abord en repos dans le Courant du même Fluide ; *la Sphere acquérra encore plus tôt la même vîteſſe que le Cylindre :* puiſqu'elle oppoſe au Fluide, un tiers moins de réſiſtance que le Cylindre.

III°. Que ſi une Sphere ſe meut contre la direction d'un tel Fluide ; *cette Sphere ſera bientôt forcée de ſe mouvoir, & dans le même ſens, & dans le même Plan que le Fluide :* puiſque le Fluide, enlevant ſans ceſſe à la ſphere la moitié reſtante de ſon Mouvement, pendant qu'elle parcourt un eſpace égale aux deux tiers de ſon diametre, doit bientôt lui enlever tout ſon mouvement, & lui imprimer le ſien.

Tel eſt, pour le fonds des choſes, le philoſophique Arſenal, par le moyen duquel le grand Newton attaque & foudroye le Plein Deſcartes. La démonſtration de quelques-uns des Théorêmes précé-

dens, par exemple, du quatrieme, eſt ſuſceptible d'une plus grande rigueur géométrique. Mais dans une matiere où la vérité fondamentale des choſes, ſe fait ſuffiſamment ſentir, ſans le ſecours d'une plus grande rigueur géométrique: nous avons cru devoir en épargner à nos Lecteurs & la peine & l'ennui.

1397. II°. REMARQUE. Si on ſubſtituoit au Plein de Deſcartes, un *Plein imparfait*, un Plein parſemé d'une infinité de petits Vides, une eſpece de demi-plein : *les mêmes effets devroient encore avoir lieu*, avec la différence du plus ou du moins de tems néceſſaire pour les produire.

Par exemple, une Sphere ſans Vides, qui ſe mouvroit contre la direction d'un Fluide à demi vide, au lieu de perdre la moitié de ſon mouvement, ne perdroit que le quart de ſon mouvement, en parcourant dans ce Fluide, un eſpace égale au deux tiers de ſon diametre.

Mais elle ne perdroit pas moins réellement tout ſon mouvement, & elle ne prendroit pas moins inévitablement le mouvement & la direction du Fluide, en fort peu de tems.

## PROPOSITION I.

1398. *Les phénomenes de Mouvement que nous obſervons autour de nous dans les Corps terreſtres, ſont évidemment incompatibles avec le Plein de Deſcartes, & démontrent l'exiſtence des grands Vides de Newton.*

DÉMONSTRATION. I°. Si tout eſt plein, s'il n'y a point de vide dans la Nature : il eſt évident que les *Milieux dans leſquels ſe meuvent les Corps ſolides*, égalent en denſité ces Corps ſolides. (1390).

Donc aucun Globe ne peut ſe mouvoir dans ces Milieux, par exemple, dans l'Air, qu'il ne perde la *moitié de ſon mouvement*, en parcourant un eſpace

égal aux deux tiers de ſon diametre. (1395).

Or, l'expérience démontre évidemment le contraire. Car, un *Boulet de canon*, loin de perdre la moitié de ſon mouvement, en parcourant dans l'Air une ſpace égal aux deux tiers de ſon diametre, paroît à peine avoir ralenti ſon mouvement, après avoir parcouru dans l'Air douze ou quinze cens fois la longueur de ſon diametre.

Il faut donc néceſſairement qu'un Boulet de canon, que lance dans l'air la Poudre enflammée, ſe meuve dans un Milieu de très-peu de denſité; dans un Milieu qui ait une très-grande quantité de Vide; dans un Milieu, qui contienne incomparablement moins de matiere, que n'en contient le boulet lui-même; qui a cependant déjà beaucoup de vide, beaucoup plus de Vide que de Solide. (199).

II°. Newton a obſervé & démontré par une foule d'expériences, que des *Spheres qui ſe meuvent dans l'Air*, éprouvent toujours une réſiſtance proportionnelle à leurs ſurfaces; quelle que ſoit leur denſité: par exemple, qu'un Globe de carton d'un demi-pied de diametre, eſſuie dans l'Air préciſément la même réſiſtance, qu'un Globe de plomb de même diametre.

Or, ſi tout étoit plein, comme le prétendent les Cartéſiens, ces Spheres devroient éprouver, non ſimplement une réſiſtance proportionnelle à leurs ſurfaces, mais une réſiſtance proportionnelle & à leurs ſurfaces & à leurs denſités. Car la *Matiere ſubtile* étant d'une inconcevable ſubtilité, ſelon les Cartéſiens eux-mêmes: il eſt clair qu'elle doit s'inſinuer à travers les pores de ces Spheres; & oppoſer une réſiſtance, non-ſeulement aux parties ſolides extérieures, mais à toutes les parties ſolides tant intérieures qu'extérieures.

Elle doit donc oppoſer au mouvement de ces

Spheres; non ſimplement une réſiſtance proportionnelle à leur ſurface, mais une réſiſtance proportionnelle & à leur ſurface & à leur denſité : ce qui cependant n'a point lieu. Donc l'hypotheſe du Plein, eſt encore ici diamétralement oppoſée à l'expérience.

III°. Quand par le moyen d'une Machine pneumatique, on a ſoutiré l'Air contenu dans un long Tube de verre : une plume légere, un petit brin de duvet, livrés à leur Peſanteur, tombent au ſein de ce Tube, avec la même vîteſſe qu'une petite plaque d'or ou de plomb. (245).

Donc, en ſoutirant l'Air de ce Tube, on diminue immenſement la denſité du Milieu où ces petits Corps ſe meuvent : ſans quoi ces petits Corps, après l'exercice de la Pompe, éprouveroient comme auparavant, une réſiſtance proportionnelle à leurs volumes, qui les feroit tomber avec des vîteſſes inégales. Donc après que l'on a pompé l'air de ce Tube, il y a incomparablement moins de matiere dans ce Tube. Donc l'Ether cartéſien, qu'on ne ſoutire point en pompant l'air de ce Tube, ne produit rien moins qu'un *Plein parfait*, dans la Nature : puiſqu'il n'a pas aſſez de denſité, pour oppoſer une réſiſtance ſenſible aux Corps qui le traverſent & qui le déplacent.

IV°. De ces différentes Expériences, il s'enſuit que l'Atmoſphere qui nous environne, n'a rien moins que la denſité que lui ſuppoſe gratuitement & ſans preuve le Cartéſianiſme : que cette Atmoſphere renferme du Vide & une très-grande quantité de Vide; quantité qui peut-être ſoumiſe au calcul, & déterminée d'après des Principes fixes & certains.

Car on ſait que la *denſité de l'Air*, eſt proportionnelle au poids qui le comprime (691); & que l'Air eſt d'autant moins comprimé, que ſes différentes couches s'éloignent plus de la ſurface de la Mer. (738).

D'où il s'enſuit que l'Air, qui eſt un Corps déjà environ huit cens fois moins denſe que l'Eau, auprès de la ſurface terreſtre (736), diminue en Denſité & augmente en Vide, à meſure que ſes couches s'éloignent de plus en plus de notre Globe.

Newton a trouvé par le calcul, qu'à la hauteur de quarante *Milles d'Angleterre*, c'eſt-à-dire, d'environ treize lieues & demie de France, l'Air doit être environ mille fois plus rare & moins denſe, qu'auprès de la Terre: qu'à la hauteur de quatre-vingt Milles d'Angleterre, ou de vingt-ſept de nos lieues communes de France, l'Air doit être un Million de fois plus rare & moins denſe, qu'auprès de la Terre: qu'à la hauteur de cent ſoixante Milles ou de cinquante-quatre lieues, l'Air doit être 1000000000000 fois moins denſe, ou plus raréfié & plus vide, que celui qui nous enveloppe & que nous reſpirons.

D'où il s'enſuit que ſi on pouſſe le calcul, on trouvera que la Lune, que les Planetes, que les Cometes, ſe meuvent dans un Vide preſque parfait. C. Q. F. D.

## PROPOSITION II.

1399. *Les phénomenes de Mouvement, que nous obſervons loin de nous dans les Planetes & dans les Cometes, détruiſent le ſyſtême du Plein & des Tourbillons; & démontrent la néceſſité & l'exiſtence d'un Vide preſque parfait dans les Eſpaces céleſtes.*

EXPLICATION. Deux Démonſtrations générales, l'une tirée des Planetes, l'autre tirée des Cometes, vont établir conjointement cette ſeconde Propoſition.

### *LE VIDE DE NEWTON, DÉMONTRÉ PAR LES MOUVEMENS DES PLANETES.*

DÉMONSTRATION I. Il eſt conſtant, d'après les

Obſervations aſtronomiques, que les Planetes font leurs Révolutions périodiques autour du Soleil, dans des *Tems* plus longs pour les unes, & plus courts pour les autres; dans des *Courbes* dont le Soleil occupe un Foyer, & non le Centre; dans les *Plans* qui ne ſont point paralleles entr'eux, & qui s'entre-coupent les uns les autres: trois choſes qu'il eſt impoſſible de faire cadrer d'une maniere ſatisfaiſante, avec l'exiſtence du Plein & des Tourbillons. (*Fig.* 4).

I°. Si le grand Tourbillon de matiere éthérée qui circule autour du Soleil, emporte dans ſon Courant les Planetes d'occident en orient: pourquoi Mercure fait-il environ quatre révolutions, tandis que la Terre n'en fait qu'une? Pourquoi la Terre fait-elle environ trente révolutions; tandis que Mars n'en fait que quinze; Jupiter, que deux & demie; Saturne qu'une ſeule? Sans doute parce que les *différentes couches de ce grand Tourbillon ſolaire*, font leur révolution en d'autant moins de tems, qu'elles ſont plus près du Soleil.

Mais conçoit-on comment les Couches inférieures peuvent faire perſévéramment leurs révolutions en moins de tems que les couches ſupérieures: ſans rien perdre de leur vîteſſe, dans le frottement qu'elles eſſuient continuellement contre les couches qu'elles devancent; ſans rien communiquer de leur vîteſſe, aux couches contre leſquelles elles heurtent; ſans que les différens *petits Tourbillons flexibles & élaſtiques*, dont elles ſont néceſſairement compoſées, ſelon tous les modernes Cartéſiens, ſe détruiſent & ſe décompoſent, parmi tant d'inflexions ſans ceſſe remiſſantes, qui à chaque inſtant alongent & raccourciſſent alternativement leurs poles & leurs équateurs? (*Fig.* 53).

Si tel eſt réellement le *mécaniſme de la Nature*; il

faut avouer que l'explication que l'on en donne, eſt elle-même le plus inconcevable de tous les myſteres de la Nature; & que le grand Tout de la Nature, infiniment fragile & infiniment compliqué dans les reſſorts qui le meuvent, ne peut ſubſiſter & ſe conſerver, que par un *perpétuel enchaînement de Miracles*, employés à maintenir dans leur état & dans leur jeu primitif, contre toutes les Loix du Mouvement, ce nombre infini de petits Tourbillons dont eſt compoſée chaque couche du grand Tourbillon ſolaire.

II°. Si le grand Tourbillon ſolaire meut & entraîne les Planetes, dans ſon Courant elliptique, autour du Soleil placé dans un foyer & hors du centre C de ce Tourbillon: comment ce Torrent ou ce Courant de matiere impulſive, ne déplace-t-il pas le Soleil? Comment ne le précipite-t-il pas ou tout à coup ou peu à peu au centre même de l'Ellipſe, à égale diſtance des deux Foyers & des deux Abſcides? Par exemple, (*Fig.* 23):

Quand la grande largeur TS du Tourbillon ſolaire, vient à paſſer dans la petite largeur SE: il eſt clair que ce Torrent de matiere TS, porté en SE, doit accélérer ſon mouvement, & augmenter ſa force impulſive contre le Soleil S. (636).

Comment arrive-t-il que le Soleil S, heurté avec d'autant plus d'effort & de violence, que le Fluide contigu a plus de viteſſe, ſe ſoutient en S, au lieu de ſe porter en O au centre de tout le Tourbillon?

Comment arrive-t-il que toutes les couches ST de ce grand Tourbillon ſolaire, paſſent dans le petit eſpace SE, ſans ſe confondre; ſans déranger l'économie des infiniment petits Tourbillons flexibles & élaſtiques dont elles ſont compoſées; ſans jamais altérer le *rapport de leurs Révolutions périodiques autour du Soleil*: leſquelles ſont toujours entre elles en durée, à la diſtance des différentes Planetes, comme les ra-

cines quarrées des cubes des moyennes distances de chaque couche concentrique ? (1262).

A qui persuadera-t-on qu'un mécanisme aussi compliqué, aussi ruineux, aussi inconcevable, aussi révoltant, soit réellement le mécanisme physique qui meut & regle & perpétue invariablement ce grand Ensemble des choses, dans ce visible Univers ?

III°. Si le grand Tourbillon solaire emporte les Planetes dans son courant, d'occident en orient : il est clair que les Planetes doivent suivre la direction du Tourbillon qui les meut & les entraîne.

Comment arrive-t il donc que les Planetes, dans leurs révolutions périodiques autour du Soleil, ont toutes une direction différente, dans un Tourbillon dont toutes les parties semblent devoir décrire nécessairement des Courbes paralleles entre elles ? Comment & pourquoi l'orbite de la Terre, est-telle coupée du midi au nord & du nord au midi, sous différens angles inégaux, par l'orbite de Mercure, de Vénus, de Mars, de Jupiter, de Saturne ? (1180).

En vain, pour rendre raison de ce phénomene, imaginera-t-on, dans le grand Tourbillon solaire, des directions différentes pour les différentes couches concentriques qui entraînent chaque Planete principale. Car, il est évident que ces directions entre-coupées des différentes Couches du grand Tourbillon solaire, doivent nécessairement se détruire les unes les autres dans le Plein ; & qu'imaginer une telle ressource pour rendre raison d'un phénomene permanant de la Nature, c'est uniquement se creuser un abyme, pour se tirer d'un autre. (*Fig.* 53).

IV°. Il résulte de tout cela, que les Tourbillons cartésiens, quelque forme & quelque nature qu'on leur suppose, ne sont point la Cause mécanique des Mouvemens que nous observons dans les Planetes ; que ces Tourbillons n'existent point dans la Nature :

que ces Tourbillons, s'ils exiſtoient, ne pourroient long-tems ſubſiſter ſans ſe détruire & ſe confondre: que ces Tourbillons, s'ils pouvoient exiſter & ſubſiſter, devroient produire dans les Planetes, des mouvemens tout différens de ceux que nous y obſervons: que les Mouvemens que nous obſervons dans les Planetes, ſont totalement incompatibles avec l'exiſtence & des Tourbillons & de toute Matiere impulſive, que l'on voudra ſubſtituer aux tourbillons: que ces mouvemens perſévéramment réguliers & uniformes des Planetes, ſous différentes vîteſſes & ſous différentes directions, ne peuvent s'effectuer que dans un eſpace libre, que dans un eſpace vide, où aucune matiere quelconque ne puiſſe oppoſer un *Obſtacle réel & ſenſible* à la marche libre & périodique de ces Globes errants. C. Q. F. D.

### *LE VIDE DE NEWTON, DÉMONTRÉ PAR LES MOUVEMENS DES COMETES.*

1399. II°. DÉMONSTRATION II. Il eſt certain que les Cometes ſont des Globes opaques, auſſi anciens que le Monde, aſſez ſemblables à nos Planetes; & que ces Globes opaques, en faiſant leurs Révolutions périodiques autour du Soleil, ſe meuvent dans les Eſpaces céleſtes, en toute ſorte de ſens & ſelon toute ſorte de directions, les uns d'occident en orient, les autres d'orient en occident, ceux-là du midi vers le nord, ceux-ci du nord vers le midi. (1201 & 1204).

Mais, s'il eſt vrai que l'impulſion du *grand Torrent de Matiere éthérée*, emporte les Planetes d'occident en orient autour du Soleil: n'eſt-il pas évident que l'impulſion de ce même Torrent doit arrêter la marche des Cometes qui vont d'orient en occident; doit détourner de leur route, les Cometes qui vont du nord au midi ou du midi au nord; doit emporter

dans

dans ſa direction & avec une vîteſſe égale à la ſienne, les Cometes qui vont d'occident en orient ? Donnons quelque développement à ces inductions, à ces conſéquences. (*Fig.* 63).

I°. Parmi les ſoixante-douze Cometes différentes, dont la marche a été obſervée avec plus de ſoin par les Aſtronomes modernes ; il y en a trente-cinq qui ſont rétrogrades, & qui ſe meuvent contre l'ordre des Signes, & par-là même contre la direction du grand Tourbillon ſolaire Q R, qui eſt ſuppoſé emporter les Planetes d'occident en orient ſelon l'ordre des Signes.

Si ce grand Tourbillon ſolaire étoit réel, & non purement imaginaire : comment & par quel mécaniſme ces *trente-cinq Cometes rétrogrades* pourroient-elles ſe mouvoir dans ſon ſein, contre ſa direction ? Comment & par quel mécaniſme, tandis que les impulſions de ce Tourbillon, impriment un mouvement ſi rapide aux Planetes, d'occident en orient, ces mêmes impulſions n'ont-elles aucun effet contre des Globes de même figure & de même nature que les Planetes ; contre les Cometes rétrogrades N M & R Q, auxquelles elles permettent de ſe mouvoir toujours librement d'orient en occident ?

Que l'on conçoive un *Vaiſſeau ſans rames & ſans voiles*, qui totalement englouti au ſein d'un Fleuve immenſe & très-rapide, ſe meut en pleine liberté contre la direction du Fleuve ; accélere régulierement ſon mouvement à travers & contre la direction du Courant de ce Fleuve, à meſure & à proportion qu'il avance vers un certain Terme fixe ; & retarde enſuite avec la même régularité & dans la même proportion ſon mouvement, dès qu'il a dépaſſé ce Terme fixe ! On aura conçu le *ſingulier Phénomene mécanique*, qu'introduit dans la Nature, le Cartéſianiſme ancien & moderne.

II°. De ces ſoixante-douze Cometes, il y en a

trente-ſept qui ſont directes, ou qui ſe meuvent ſelon l'ordre des Signes, ainſi que les Planetes, d'occident en orient; mais dans des Orbites qui s'entrecoupent les unes les autres, & qui embraſſent preſque toute l'étendue du Ciel. Car, on a obſervé que parmi ces Cometes directes, les unes déclinent du midi au nord & les autres du nord au midi, en coupant l'Ecliptique & le Zodiaque ſous différens angles, depuis environ deux degrés juſqu'à quatre-vingts-huit degrés. (1201).

Or, il eſt évident que cette marche des *Cometes directes*, eſt auſſi inconciliable avec l'hypotheſe du Plein & des Tourbillons, que la marche des Cometes rétrogrades. Car, tandis que le Courant du grand Tourbillon ſolaire QR, a ſa direction générale du Couchant au Levant parallélement au Zodiaque: comment des Globes plongés dans ce Tourbillon, ſe mouvroient-ils du midi au nord ou du nord au midi, dans des directions les unes plus & les autres moins obliques à l'Ecliptique, au milieu d'un Torrent qui doit néceſſairement tout entraîner dans ſa direction; & auquel il eſt abſurde d'attribuer des directions différentes, qui ſe détruiroient néceſſairement, ſi elles exiſtoient. (*Fig.* 63).

Que ces Cometes ſoient des Globes de feu, d'une exiſtence paſſagere, ou des Globes opaques, d'une exiſtence permanente: la choſe eſt ici fort indifférente. Il eſt clair que ces Globes, quelle que ſoit leur nature, ne peuvent point avoir, dans l'hypotheſe du Plein & des Tourbillons, les Mouvemens que l'on obſerve dans leur marche.

III°. Preſque toutes les Cometes dont on a les meilleures obſervations, quand elles ſont venues dans ces régions du Ciel où ſe meuvent les Planetes, ſe ſont beaucoup plus approchées du Soleil, que la Terre n'en eſt proche: elles ont preſque toutes tra-

vers les *Orbites de Saturne, de Jupiter, de Mars, de la Terre.* (1201).

Comment ont-elles pu se plonger & s'enfoncer successivement dans les Tourbillons particuliers de ces différentes Planetes, Tourbillons plus ou moins opposés à leur marche : sans altérer leur mouvement, sans déranger leur direction qui reste toujours la même? Et après avoir été englouties pendant un tems considérable au sein de ces différens Tourbillons, jusqu'au voisinage même du Soleil (1202) : comment ont-elles pu s'en échapper? (*Fig.* 4 & 9).

Comment & par quel miracle ont-elles résisté persévéramment à la Force impulsive des différens Tourbillons de Saturne, de Jupiter, de Mars, de la Terre : Tourbillons qui auroient dû, chacun les entraîner dans leur propre direction?

Comment & par quel miracle, étant sorties victorieuses du sein de ces différens abymes, & se trouvant transportées au-dessus du Tourbillon de Saturne, avoient-elles encore plus de vîtesse que Saturne & que Jupiter : quoique, selon les Cartésiens eux-mêmes, les différentes Couches des Tourbillons aient une révolution toujours plus lente, à mesure que ces couches s'éloignent du Soleil, centre commun de toutes les révolutions?

Que de contradictions & d'absurdités à dévorer, dans le système du Plein & des Tourbillons : contradictions & absurdités, qui ont été successivement reconnues & abandonnées par la plupart des plus illustres Partisans de Descartes!

De tout ce que nous venons d'observer sur les Mouvemens réguliers & périodiques des différentes Cometes autour du Soleil, centre commun de leurs révolutions, il résulte évidemment que ces Mouvemens en tant de sens si différens & si opposés, ne peuvent s'effectuer que dans un *Espace parfaitement*

*libre*, que dans un espace totalement incapable & d'impulsion & de résistance ; que dans un espace vide ou comme vide. Donc les espaces célestes, où s'effectuent en tout sens & à toute distance, les Mouvemens des Cometes, d'orient en occident, d'occident en orient, du midi au nord, du nord au midi, sont évidemment des *Vides immenses*, tels que les admet Newton.

IV°. Nous démontrerons bientôt que les Tourbillons cartésiens, anciens & modernes, sont tout aussi opposés aux phénomenes de la *Pesanteur des Corps*, qu'aux phénomenes du Mouvement curviligne des Planetes & des Cometes (1436 & 1440).

Donc le Système du Plein & des Tourbillons, enfanté par Descartes, réformé par Mallebranche, longtems soutenu & à la fin abandonné par les plus beaux génies des différentes Nations, n'est qu'un brillant Roman, dont tous les grands phénomenes de la Nature attestent & démontrent la chimere ; qui peut flatter & séduire l'Imagination, mais qui s'écroule & s'évanouit, quand on le confronte avec l'Expérience, avec les Observations astronomiques, avec la théorie du Mouvement, en un mot, avec la Raison éclairée. C. Q. F. D.

## OBJECTIONS A RÉFUTER.

1440. OBJECTION I. L'*Ether cartésien*, ou la Matiere globuleuse & subtile qui emplit l'immensité des Cieux, n'a point de pesanteur puisqu'il est lui-même la cause de la Pesanteur, & que la cause doit être nécessairement distinguée de l'effet. Donc l'Ether cartésien ne peut & ne doit opposer aucune résistance au mouvement des Cometes. Je prouve la conséquence. Un *Globe de cire*, d'une ou deux livres, posé sur un Plan horisontal, exige une certaine quantité de Force motrice, pour être mu dans la direction ou contre

la direction du Plan: parce que ce Globe a une *Pesanteur*, par laquelle il tend contre le Plan, par laquelle il résiste à tout mouvement opposé à la direction que lui donne sa pesanteur.

Mais que ce même Globe de cire, soit plongé dans un Liquide de même pesanteur spécifique que lui. Alors ce Globe, en équilibre avec ce Liquide, se trouve sans pesanteur; & l'expérience apprend qu'une force infiniment petite suffit pour le mouvoir en un sens quelconque dans ce Liquide.

Donc les Corps ne résistent au Mouvement, que par leur Pesanteur: donc l'Ether cartésien, qui est supposé n'avoir point de pesanteur, ne peut opposer aucune résistance au mouvement des Comètes.

RÉPONSE. Il seroit difficile de réunir plus de Paradoxes, plus de choses fausses, antipatiques, inconséquentes, en moins de mots. Examinons en détail les différentes parties de cette singulière supposition, de cette base fondamentale du système cartésien.

I°. Nous ferons voir ailleurs que l'Ether cartésien n'est point la Cause de la Pesanteur (1436); que toute Matière solide ou liquide ou fluide, a une *Pesanteur inhérente à sa nature* (1440), pesanteur qui est toujours le produit de la masse, divisé par le quarré de sa distance au centre où elle tend & où elle est attirée: que cette Pesanteur inhérente à tout corps, à toute matière quelconque, est l'effet d'une Loi générale de la Nature, en vertu de laquelle tous les Corps ont une tendance réciproque les uns vers les autres, tendance toujours proportionnelle à la masse du Corps attirant, divisée par le quarré de la distance du Corps attiré (1418).

II°. Quand même l'Ether cartésien seroit sans aucune pesanteur, il ne s'ensuivroit pas delà qu'il fût sans aucune résistance. Car, il y a dans les Corps, une

*Force d'inertie*, une résistance au Mouvement, indépendante de leur pesanteur, & je le démontre.

Soient deux *Globes d'un demi-pied de diamètre*, l'un de plomb & l'autre de carton, l'un très-pesant & l'autre très-léger. Si livrant successivement ces deux Globes à leur gravité, & les laissant tomber perpendiculairement à l'horizon, je les frappe l'un & l'autre d'un grand coup de marteau pendant cette chûte verticale: j'éprouve une résistance qui évidemment ne peut point venir de leur pesanteur, puisque la pesanteur loin de m'opposer une résistance, soulageroit au contraire le Globe frappé, au coup que je lui porte. Ce Globe a donc une résistance indépendante de sa pesanteur.

En vain dira-t-on que la résistance que j'éprouve, a pour cause la pesanteur de l'Air dans lequel se meut le Globe frappé. Car, si l'Air étoit la Cause unique de la résistance que j'éprouve: le Globe de carton & le Globe de plomb, dépeçant une égale Colonne d'air, m'opposeroient une égale résistance: ce qui est évidemment contraire à l'expérience, qui m'apprend que le Globe de plomb résiste plus que le Globe de carton, au coup que je lui porte pendant sa chûte libre.

Donc les Corps ont une résistance indépendante de leur pesanteur, une résistance inhérente à leur nature, une résistance proportionnelle à leur densité, une résistance née de leur Force d'inertie (a86).

Donc, quand même l'Ether cartésien seroit sans aucune pesanteur, comme on le suppose gratuitement; il ne s'ensuivroit pas de-là que cet Ether fût sans aucune résistance.

III°. L'expérience du *Globe de cire*, est-elle décisive? Ce Globe, plongé dans un Liquide d'égale pesanteur, est-il réellement sans aucune pesanteur? Non; car sa pesanteur est actuellement employée à soutenir à une certaine élévation, un volume du Liquide, égal au volume du Globe plongé dans ce Liquide.

La pesanteur du Globe de cire, & la pesanteur du Liquide qu'il déplace, se détruisent dans leurs effets, qui se trouvent égaux & opposés; mais non dans leur nature, qui reste toujours réciproquement en action contre la Force opposée.

Cette pesanteur du Globe plongé dans le Liquide, agit sans cesse: donc elle subsiste; donc elle n'est point détruite.

IV°. Mais supposons encore, si l'on veut, que ce Globe de cire, soit sans aucune pesanteur dans son Liquide; & avec une ficelle, tirons-le très-rapidement dans une direction horisontale ou verticale au sein du Liquide. Nous éprouverons une résistance, qui croîtra comme le quarré de la vîtesse: quoique la pesanteur du Liquide, n'oppose aucune résistance au mouvement horisontal ou vertical de ce Globe en équilibre avec le Liquide.

Donc il y a dans les Corps, une résistance indépendante de la pesanteur. Donc, quand même l'Ether cartésien seroit sans aucune pesanteur, supposition qui ne peut cadrer avec les Loix établies par l'Auteur de la Nature, dans l'Ordre présent des choses: cet Ether n'en seroit pas moins propre à opposer une immense résistance aux Globes célestes qui se meuvent dans son sein, dans un sens plus ou moins opposé à sa direction.

V°. Il est clair qu'il ne peut point y avoir une *Percussion réelle & proprement dite*, entre deux Corps, sans une *Résistance réciproque* entre le Corps frappé & le Corps frappant. Car, le Corps frappé a une résistance au mouvement, qui ne peut être vaincue que par une résistance supérieure & opposée dans le Corps qui tend à le déplacer. Comment le Corps frappant déplacera-t-il le Corps frappé: si ce Corps frappant ne résiste pas efficacement à l'action & à la résistance que lui oppose le Corps frappé?

Donc ſi l'Ether cartéſien entraîne les Planetes par ſon impulſion, comme le prétendent Deſcartes & ſes Diſciples : il faut néceſſairement que cet Ether ait une *Réſiſtance oppoſée* à la Force d'inertie des Planetes, & ſupérieure à cette force d'inertie.

Donc ſi l'Ether cartéſien eſt la Cauſe phyſique dont l'action toujours ſubſiſtante meut les Planetes dans ſa direction : cette même action plus ou moins grande, plus ou moins efficace, doit évidemment produire un ſemblable effet ſur les Cometes.

VI°. Les Cometes ſont la vraie *Pierre-de-touche* du Syſtême cartéſien. Car, ou les Tourbillons ont une *Action impulſive contre les Planetes*, propre à les emporter dans leur Courant ; & alors ils doivent avoir néceſſairement la même action impulſive contre les Cometes, & les emporter de même dans leur Courant : ou les Tourbillons n'ont pas d'*Action impulſive contre les Cometes* ; & alors ils doivent être également ſans aucune action impulſive contre les Planetes.

Si les Tourbillons ſont ſans action, ils ſont parfaitement inutiles dans la Nature : s'ils ont une action, cette action eſt oppoſée aux phénomenes de la Nature ; & elle doit d'ailleurs en mille & mille manieres, ſe troubler, ſe confondre, s'altérer, ſe détruire. Donc les Tourbillons ne ſont qu'une vaine & brillante chimere : donc la *vraie Cauſe phyſique des Mouvemens céleſtes*, n'eſt point l'impulſion des Tourbillons.

1401. OBJECTION II. Eſt-il donc impoſſible de concilier le *phénomene des Cometes*, avec l'hypotheſe des Tourbillons ?

Eſt-il d'abord bien décidé que les Cometes ſoient réellement des *Globes d'une durée permanante*, ſoumis à des révolutions périodiques autour du Soleil, aſſez ſemblables, pour leur origine & pour leur nature, à nos Planetes ?

Eſt-il bien décidé enſuite que ces Cometes, ſi ce ſont des Globes errans autour du Soleil, aient eu réellement un *Mouvement rétrograde*; & leur mouvement rétrograde ne ſeroit-il point ſemblable aux rétrogradations des Planetes, qui ne ſont qu'apparentes? (1317).

Eſt-il bien décidé encore que ces Cometes, directes ou rétrogrades, n'aient pas fait *leurs Révolutions* au-deſſus & au-delà des limites du Tourbillon ſolaire?

Eſt-il bien décidé enfin que les Cometes directes ou rétrogrades, ne puiſſent pas avoir *leurs Tourbillons particuliers*, au ſein de tous les différens Tourbillons des Planetes & au travers de tout le grand Tourbillon ſolaire? Ne voit-on pas ſouvent dans un même Fleuve, des Courans particuliers qui n'ont point la direction générale du Fleuve, qui même ont quelquefois une direction toute oppoſée?

Pourquoi donc regarder avec les Newton, avec les Halley, avec les de Maupertuis, avec les de la Caille & les de Lalande, avec preſque tous les Aſtronomes modernes, comme déciſive contre l'hypothèſe des Tourbillons, la *théorie des Cometes*: théorie que quelques Phyſiciens modernes ſe ſont efforcés de concilier avec l'Hypotheſe carteſienne, dans plus d'un Ouvrage connu du Public?

RÉPONSE. La théorie des Cometes, n'eſt pas le ſeul phénomene qui détruiſe l'hypotheſe des Tourbillons & du Plein: hypotheſe qui s'écroule de toute part ſur elle-même; hypotheſe qui fait de la Nature viſible, la Machine la plus compliquée & la plus ruineuſe qu'il ſoit poſſible de concevoir; hypotheſe qui ne peut ſe concilier, ni avec les divers Mouvemens que nous obſervons autour de nous ſur la Terre, ni avec les divers Mouvemens que nous préſentent dans

le Ciel les différentes Planetes, dans leurs Révolutions périodiques autour du Soleil.

Mais, comme la *théorie des Cometes*, eſt la Preuve la plus triomphante & la plus démonſtrative contre l'*Hypotheſe des Tourbillons*: examinons ſéparément les vains ſubterfuges, par leſquels on cherche à éluder cette Preuve.

I°. Eſt-on fondé à former des doutes ſur l'exiſtence & ſur la nature de ces Globes-Cometes, depuis que l'on a calculé leur marche & prédit leur retour dans les mêmes régions du Ciel; & que l'événement a juſtifié le calcul & vérifié la prédiction? (1205).

Il eſt aujourd'hui tout auſſi certain & tout auſſi démontré que les Cometes ſont des *Globes opaques & permanans*, errans dans des Courbes rentrantes ſur elles-mêmes autour du Soleil: qu'il eſt certain & démontré que Saturne, Jupiter, Mars, Vénus, Mercure, ſont des Globes opaques & permanans, ſoumis à des révolutions périodiques autour de cet Aſtre.

II°. Eſt-il permis d'attribuer à une *pure Illuſion optique*, le Mouvement rétrograde de pluſieurs de ces Cometes: depuis que tous les Aſtronomes, qui ne méconnoiſſent certainement pas les rétrogradations apparentes des Planetes, s'accordent unanimement à reconnoître que la moitié des Cometes obſervées avec le plus grand ſoin, avoit un mouvement réel & très-rapide contre l'ordre des Signes, indépendamment & déduction faite de tout ce qu'il pouvoit y avoir d'illuſion optique dans ces mouvemens?

Il eſt tout auſſi certain que telles & telles Cometes ſe mouvoient réellement d'orient en occident: qu'il eſt certain que toutes les Planetes ſe meuvent réellement d'occident en orient.

On peut dire la même choſe de l'*inclinaiſon de leurs Orbites ſur l'Ecliptique*. Les mêmes Regles aſtronomi-

ques qui ſervent à meſurer & à déterminer l'inclinaiſon des Orbites des Planetes, ſervent également à meſurer & à déterminer l'inclinaiſon des Orbites des Cometes.

III°. Il eſt certain & démontré que du moins quelques-unes des Cometes pendant le tems de leur apparition, ſe ſont trouvées dans la *région des Planetes* & plus près du Soleil que pluſieurs des Planetes: ce que l'on a pu conſtater ou par le moyen de leur parallaxe, ou par des obſervations correſpondantes faites en un même tems en différens lieux (*Fig. 4.*).

Leur Orbite n'eſt donc pas placée dans la totalité, ni dans la plus grande partie de celle du Tourbillon ſolaire qui eſt ſuppoſé entraîner les Planetes. On ne peut donc pas ſuppoſer, pour ſauver l'hypotheſe des Tourbillons, que toutes les Cometes faſſent leur révolution périodique dans un *Tourbillon ſupérieur au Tourbillon ſolaire*, & mu dans une direction différente de celle du Tourbillon ſolaire (*Fig. 9.*).

IV°. Comme il eſt certain que pluſieurs des Cometes obſervées dans ces derniers ſiecles, pendant le tems de leur apparition, ont dû ſe faire jour à travers les Tourbillons de Saturne, de Jupiter, de Mars, de la Terre (*Fig. 10.*): nous penſons que toutes les explications phyſiques que l'on peut donner ſur cet objet, doivent ſe réduire à peu près à celle qui ſuppoſe des *Courans particuliers*, deſtinés à voiturer ces Cometes au travers du grand Tourbillon ſolaire & des Tourbillons ſubalternes dont il eſt compoſé.

Mais ces Courans particuliers, que l'on ſuppoſe aux Cometes, ne ſont-ils pas évidemment fabuleux, évidemment chimériques? Comment concevoir, dans un *Torrent immenſe qui va elliptiquement d'occident en orient*, un Torrent particulier qui aille d'orient en occident, un autre Torrent particulier, qui aille du nord au

nord ; un autre Torrent particulier qui aille du nord au midi ; ſoixante-douze & peut-être mille autres Torrens particuliers qui s'entrecoupent en toute ſorte de ſens, entre ces quatre directions générales à

Quand on apperçoit des Courans particuliers dans une Riviere ou dans un Lac, on obſerve auſſi que ces petits Courans doivent leur exiſtence à quelque Cauſe phyſique qui commencement ſe montre, & que leur cours ne s'étend jamais à une bien grande diſtance ; que leur mouvement, toujours décroiſſant à meſure qu'il s'éloigne de ſon origine, s'altere ſans ceſſe & finit bientôt totalement. Il eſt clair que tout cela n'a rien de commun avec les Courans immenſes, permanens, inaltérables, que l'on ſuppoſe aux Cometes au travers du grand Tourbillon ſolaire.

Les *Courans maritimes* ne different de ceux des Lacs & des Rivieres, que du plus au moins. Ils ont communément peu d'étendue. Leur mouvement s'affoiblit & ſe détruit, en ſe communiquant : ils ont une *Cauſe phyſique*, qui leur donne naiſſance ; ils ceſſent d'exiſter, dès que cette Cauſe ceſſe de les produire. Pour que les Courans maritimes puſſent fonder les Courans que l'on imagine en faveur des Cometes : il faudroit que ces Courans maritimes fiſſent leur révolution conſtante & périodique au fond des Mers, d'orient en occident, du midi au nord, dans toutes ſortes de directions ; ſans détruire & ſans altérer leur mouvement : il faudroit que ce Mouvement des Courans maritimes, alternativement accéléré & rétardé, fût toujours ſemblable à lui-même, & qu'une fois exiſtant, il n'eût d'autre Cauſe & d'autre Principe de ſa permanance, que lui-même.

V. Quelle rêverie, quelle chimere, quelle abſurdité n'a pas eu quelques Partiſans ! Il eſt évident qu'il n'y auroit rien de certain chez les hommes, ſi la certitude étoit fondée, non ſur l'évidence intrinſe-

que on extrinſeque des choſes, mais ſur l'unanimité des Jugemens humains. (1205).

Nous avons lu & médité les principaux Ouvrages qui ont tenté de concilier la théorie des Cometes avec l'hypotheſe des Tourbillons ; & après un examen ſans prévention & ſans partialité, il nous a paru que ces Ouvrages, plus ou moins ingénieux, ne renferment que des Suppoſitions arbitraires & diſcordantes, toutes inconciliables avec les Loix & avec les phénomènes de la Nature ; toutes incapables de remplir leur objet, de perſuader un Lecteur judicieux, de rendre probable ou ſoutenable le ruineux ſyſtême des Tourbillons.

VI°. Quelques Partiſans de l'Opinion ſurannée qui faiſoit conſiſter les Cometes dans des Globes ignés d'une exiſtence paſſagere, conviennent aujourdhui que les Cometes ont des *Retours périodiques* ; que l'on peut prévoir & prédire, comme on prédit les Eclipſes. Mais ils prétendent que ces Cometes, loin d'être des Globes opaques aſſez ſemblables à nos Planetes, ne ſont que des *Feux électriques*, occaſionnés par la preſſion & par le frottement des différens Tourbillons entre eux : que le Tourbillon de Vénus & de la Terre, par exemple, quand ces deux Planetes ſe trouvent à la fois périhélies, dans leur plus grande vîteſſe & dans leur canal le plus étroit, doivent s'électriſer plus fortement ; & produire des Feux électriques plus ou moins volumineux, plus ou moins durables ; qui, voiturés par des Courans directs ou rétrogrades, feront des Cometes rétrogrades ou directes.

Quelle rêverie ! Nous croirions manquer à nos Lecteurs, ſi nous nous arrêtions ici à la réfuter ſérieuſement. On rapporte & on cite, pour l'appuyer, des Obſervations plus que ſuſpectes, qui ne méritent aujourdhui aucune attention. Selon l'une de ces

Obſervations, on a vu une Comete ſe diviſer en deux parties; jetter un grand feu très-lumineux; & s'évanouir ſans retour, en un inſtant. Mais ſi cette obſervation eſt réelle: il eſt plus que vraiſemblable que l'Obſervateur, dans un tems où régnoit encore l'opinion d'Ariſtote, & où l'on donnoit très-peu d'attention aux Cometes, aura pris pour une Comete, quelqu'un de nos Météores ignés, quelqu'un de nos Globes de feu (1109). Car, les vraies Cometes ne ſont pas plus ſujettes à ſe diviſer & à ſe détruire, que nos Planetes elles-mêmes.

1402. OBJECTION III. Les Eſpaces céleſtes ſont remplis d'une immenſe quatité de *Matiere lumineuſe*. Car, en quelque point du Ciel que l'on ſuppoſe un Œil placé: cet œil en recevra une impreſſion ſenſible, qui lui tracera l'image du Soleil. Or, cette immenſe quantité de Matiere lumineuſe, qui exiſte évidemment dans les eſpaces céleſtes, n'eſt autre choſe que l'*Ether cartéſien*: donc l'Ether cartéſien exiſte.

RÉPONSE. La Lumiere qui ſe trouve ſucceſſivement répandue dans les eſpaces céleſtes, n'a rien de commun avec les Tourbillons & le Plein de Deſcartes; n'a rien d'oppoſé aux Vides immenſes de Newton; n'a rien d'incompatible avec la liberté & la régularité des Mouvemens céleſtes: comme il eſt facile de le démontrer & de le faire ſentir.

I°. Cette Lumiere n'a rien de commun avec les Tourbillons de Deſcartes.

Les Tourbillons de Deſcartes ſe meuvent dans une direction commune, à peu près parallele à une ſurface de Sphere: au lieu que cette Lumiere ſe meut en ligne droite, dans une direction parallele aux rayons d'une Sphere dont le Soleil eſt le centre.

Les Tourbillons de Deſcartes conſervent toujours & par-tout la même denſité: au lieu que cette Lu-

miere décroît en denſité, comme augmente le quarré de ſa diſtance au Point lumineux. (898).

II°. Cette Lumiere n'a rien d'incompatible avec les grands Vides de Newton. Car, quoiqué dans l'immenſité des Cieux, on ne puiſſe aſſigner aucun eſpace, où un Œil placé ne reçoive un nombre de rayons, capable de lui tracer l'image plus ou moins grande, plus ou moins ſenſible, du Soleil & des Etoiles: il ne s'enſuit pas delà qu'il y ait une bien grande quantité de Matiere lumineuſe, dans les Eſpaces céleſtes.

Pour concevoir comment ces infinimens petits *Jets de Lumiere*, qui ſe croiſent & s'entre-coupent en mille & mille ſens dans chaque point ſenſible des eſpaces céleſtes, ne détruiſent point les Vides immenſes de Newton: il faut ſe rappeller ici ce que nous avons obſervé & démontré ailleurs, ſur la Diviſion & ſur la Diviſibilité de la Matiere. En parlant de cette diviſion & de cette diviſibilité de la Matiere: nous avons fait voir d'abord, par une foule d'Expériences déciſives, que la Matiere eſt diviſée au-delà de tout ce que notre imagination peut concevoir. Nous avons fait voir enſuite, par la ſpéculation & par le raiſonnement, que la diviſibilité de la Matiere, n'a point de bornes aſſignables; & qu'une *portion quelconque de Matiere*, par exemple, un grain de Sable ou une aile de Mouche, diviſée & ſubdiviſée à volonté en Molécules toujours plus petites, peut être diſtribuée dans un eſpace d'une grandeur quelconque, dans tout l'eſpace qui ſépare le Soleil des Etoiles: en telle ſorte que les Vides qui reſteront dans cet eſpace, entre une molécule & la molécule voiſine, ſoient moindres chacun qu'un millioniéme, qu'un cent millioniéme de ligne. (41, 61, 860).

Que l'on ſuppoſe la *Matiere lumineuſe*, ainſi diviſée, ainſi atténuée; comme elle l'eſt en effet dans

ſon irradiation ; & on concevra ſans peine, comment elle peut être répandue dans tous les *Points ſenſibles* de l'immenſité des Cieux, ſans nuire en rien aux grands Vides de Newton. Une quantité de Matiere lumineuſe, égale en maſſe à un grain de ſable ou à une aile de mouche, étant ainſi diviſée en portions ou en molécules comme infiniment petites : on pourra ſuppoſer pluſieurs de ces molécules, dans chaque Point ſenſible de l'immenſité des Cieux ; & la ſomme de toutes ces molécules, réunies ou diſperſées, ne ceſſera point d'être une quantité égale à un grain de ſable ou à une aile de mouche : quantité évidemment nulle, en comparaiſon de l'immenſité de l'eipace qui reſte vide de toute part autour de ce nombre comme infini de molécules répandues partout dans ſon ſein.

III°. Cette Lumiere n'a rien d'incompatible avec la liberté & avec la régularité des Mouvemens céleſtes. Car,

En premier lieu, la maſſe de cette Lumiere infiniment diviſée & atténuée, eſt comme nulle à chaque inſtant, en comparaiſon de la *maſſe des Globes céleſtes* qu'elle heurte : elle ne peut donc leur oppoſer à chaque inſtant, qu'un obſtacle infiniment petit & inſenſible.

En ſecond lieu, comme cette Lumiere eſt une irradiation permanante : elle eſt toujours dardée du ſein du Corps lumineux, dans la direction d'une infinité de rayons divergens d'une même Sphere. Donc ſi à la longue elle eſt capable d'exercer quelque action ſenſible contre une Planete qui fait ſa révolution & ſur ſon Axe & autour du Point rayonnant : cette *action de la Lumiere*, favoriſe le Mouvement quelconque de cette Planete pendant une tems, préciſément autant qu'elle nuit à ce même Mouvement dans un autre tems ; & ce Mouvement reſte parfaitement

lement le même dans la Planete : laquelle ſe meut au ſein de cette Lumiere immenſement raréfiée, préciſément comme elle ſe mouvroit dans un Vide parfait. Par exemple, (*Fig.* 10) :

Soit la *Terre en P ſous la Balance*. Si l'impulſion du Cône lumineux DSFP, étoit capable de pouſſer la Terre vers la Balance C : l'impulſion d'un autre cône lumineux DSFR, éloigneroit la Terre de la Balance, quand la Terre ſeroit placée à l'oppoſite en R ſous le Bélier. De même, ſi l'action de la Lumiere ſolaire, étoit capable de nuire au *Mouvement de rotation* de la Terre P, dans la partie occidentale de l'hémiſpere éclairé : cette même action de la Lumiere, favoriſeroit le Mouvement de rotation de la Terre, dans la partie orientale de l'hémiſphere éclairé.

La régularité & l'uniformité des divers Mouvemens des Planetes & des Cometes, ne peut donc en aucune façon imaginable, être altérée par l'infiniment petite quantité de Matiere lumineuſe qui ſe meut en tout ſens en ligne droite à travers les eſpaces immenſes où les Planetes & les Cometes font leurs révolutions périodiques autour de leurs Axes & autour du Soleil : puiſque cette Lumiere ne peut altérer, ni leur Force projectile, ni leur Force centripete, d'où dépendent uniquement ces divers Mouvemens. (1285).

1403. OBJECTION IV. Quelle richeſſe, quelle abondance, quelle grandeur dans les Ouvrages de l'Etre Créateur, dans l'hypotheſe du Plein ! Quelle pénurie, quelle petiteſſe, dans ces mêmes Ouvrages, dans l'hypotheſe des grands Vides ! Selon Deſcartes l'Auteur de la Nature, a créé un Monde immenſe, un Monde plein, un Monde où tout eſt être. Selon Newton, l'Auteur de la Nature, n'a créé dans l'Eſ-

pace éternel & infini comme lui (*Mét.* 358 & 369), que quelques petits Points ſolides, ſéparés par des Vides immenſes; qu'un Monde, à peine comparable à un Squelette décharné; qu'un Ouvrage où l'être eſt infiniment petit, & le néant infiniment grand.

RÉPONSE. L'Ouvrage de l'Etre incréé & créateur, eſt aſſez grand & aſſez magnifique par lui-même, pour n'avoir pas beſoin d'une fabuleuſe bourſouflure qui l'enrichiſſe & l'agrandiſſe. Dans l'Eſpace éternel & infini, où rien n'exiſtoit que Dieu; la Voix féconde de ce Dieu fit ſortir du Néant, un nombre innombrable de Globes opaques ou lumineux, de différente nature & de différente grandeur.

Il commanda aux *Globes lumineux*, de rouler ſur leur axe & ſur eux-mêmes; de fermenter dans toute leur ſubſtance; & de darder ſans ceſſe de leur ſein en rayons divergens, dans l'Eſpace vide & incréé, une matiére infiniment ſubtile, animée d'une inconcevable viteſſe que rien ne détruit.

Il commanda aux *Globes opaques*, de rouler ſur leur Axe & ſur eux-mêmes; de rouler encore en différens ſens autour d'un Globe lumineux, en vertu d'un mouvement projectile & d'un mouvement centripete qu'il leur imprima, & que rien ne détruit dans l'eſpace vide & incréé. (1283).

Tel eſt, dans ſa généralité, l'Ouvrage de l'Auteur de la Nature; Ouvrage infiniment ſimple, infiniment grand, infiniment digne & de la ſageſſe & de la puiſſance de ſon Auteur.

La *brillante & féconde imagination de Deſcartes*, oſa entreprendre de remplir les Vides de cet admirable Machine; oſa lui prêter une infinité de chimériques reſſorts, dont elle n'a pas beſoin, qui l'embarraſſent, qui ne ſeroient propres qu'à la ruiner & à la détruire

Le *ſublime & profond génie de Newton*, a fait main-baſſe ſur tous ces Reſſorts poſtiches, ſur tout cet Echafaudage étranger à la Nature ; & a réduit l'Ouvrage de l'Etre créateur, à n'être dans nos idées, que ce qu'il eſt en lui-même. Tel eſt l'honorable reproche que l'on a oſé faire à Newton, dans un Ouvrage qui eût rétabli le Regne des Tourbillons; ſi le Sophiſme pouvoit réaliſer la Fable & la Chimere.

## SECONDE SECTION.

### THÉORIE DE L'ATTRACTION ET DE SES DÉPENDANCES.

L'*ATTRACTION réciproque des Corps dans le Vide* tel eſt le fondement de toute la ſublime & profonde théorie de Newton, ſur le Mouvement des différens Globes qui compoſent ce viſible Univers. Nous allons examiner dans l'Attraction, ſon *Exiſtence*, ſes *Loix*, ſon *Influence* : trois Objets dont l'expoſition & le développement va terminer cette théorie du Ciel.

### ARTICLE PREMIER.

#### EXISTENCE DE L'ATTRACTION.

1404. DÉFINITION. L'*ATTRACTION* eſt une Tendance permanante des Corps, les uns vers les autres; ou un Mouvement de ces Corps, né de la Tendance qui les porte & les ſollicite ſans ceſſe à s'approcher les uns des autres : quelle que ſoit la Cauſe de cette Tendance ou de ce Mouvement.

I°. En vertu de cette *Attraction mutuelle des Corps*, Attraction que l'on nomme auſſi Gravitation ou Peſanteur, la Lune tend ſans ceſſe à s'approcher de la Terre; & ſi rien ne s'oppoſoit à cette attraction ou à cette tendance de la Lune vers la Terre : *la Lune ſe précipiteroit avec un mouvement ſans ceſſe accéléré vers la Terre*, par une ligne droite menée du centre de la Lune au centre de la Terre. (*Fig.* 65).

II°. En vertu de cette Attraction mutuelle des Corps, la Terre tend auſſi ſans ceſſe vers la Lune; & ſi rien ne s'oppoſoit à cette attraction ou à cette tendance de la Terre vers la Lune : *la Terre ſe porteroit avec un mouvement ſans ceſſe accéléré vers la Lune*, par une ligne droite menée du centre de la Terre au centre de la Lune.

III°. Il y a une *ſemblable Attraction entre la Terre & le Soleil, entre le Soleil & la Terre.* Si rien ne s'oppoſoit à l'Attraction mutuelle de ces deux Globes; ils tendroient réciproquement l'un vers l'autre, par une ligne droite menée du centre du Soleil au centre de la Terre.

On peut dire la même choſe de l'*Attraction réciproque* qui exiſte entre la Terre & Mars, entre Mars & la Terre; & ainſi de tous les autres Corps quelconques.

## *ATTRACTION ACTIVE, ATTRACTION PASSIVE.*

1405. DIVISION. L'Attraction d'un Corps à l'égard de l'autre, par exemple, de la Terre à l'égard de la Lune, eſt à la fois & active & paſſive.

I°. On nomme *Attraction active d'un Corps*, l'action qu'il exerce contre le Corps attiré, le mouvement qu'il imprime vers ſoi au Corps attiré. (*Fig.* 65).

Par exemple, la Terre T a une Action attractive à l'égard de la Lune : en vertu de laquelle la Terre fait naître dans la Lune une tendance vers la Terre.

Cette action de la Terre sur la Lune, ce mouvement imprimé à la Lune par l'action de la Terre, est l'Attraction active de la Terre à l'égard de la Lune.

II°. On nomme *Attraction passive d'un Corps*, l'action qu'il essuie de la part du Corps attractif, le mouvement qui tend à l'emporter vers le Corps qui l'attire.

Par exemple, la Terre T, en attirant la Lune vers son centre, est en même tems attirée par la Lune vers le centre de la Lune.

Cette tendance de la Terre vers la Lune, ce *mouvement vers la Lune*, imprimé à la Terre par l'action attractive de la Lune, est l'attraction passive de la Terre à l'égard de la Lune.

On conçoit par là, que la Lune a aussi & son Attraction active, par laquelle elle attire la Terre; & son Attraction passive, par laquelle elle est attirée vers la Terre.

On peut dire la même chose de deux autres Corps quelconques, dont on compare entre elles, les Attractions mutuelles & réciproques.

### *NATURE ET CAUSE DE L'ATTRACTION.*

1406. OBSERVATION. L'unique chose qui révolte communément les esprits dans la *théorie de l'Attraction*; c'est la fausse idée que l'on se forme & de sa nature & de sa cause. Eclaircissons ce double objet; & l'Attraction n'aura plus rien qui puisse prévenir les Esprits contre elle; qui puisse empêcher un Amateur de la Physique, d'examiner & d'apprécier paisiblement les Preuves solides & décisives qui la fondent & qui l'établissent.

I°. Il ne faut point se figurer l'Attraction active des Corps, comme une Qualité intrinseque à leur nature, comme une Vertu active & efficace de la Matiere,

comme une Influence occulte des Corps eux-mêmes, comme une Force ou une Action indépendante de l'action libre & permanante de l'Auteur de la Nature.

Enviſager ainſi l'Attraction des Corps, ce ſeroit rendre à la Phyſique, la *chimere des Qualités occultes*: chimere dont la Raiſon éclairée l'a heureuſement purgée, dans ces derniers ſiecles.

II°. Quelque parti que l'on prenne ſur la Cauſe occaſionnelle de la gravitation des Corps; ſoit qu'on l'attribue à l'Impulſion, avec Deſcartes; ſoit qu'on la faſſe naître de l'Attraction, avec Newton; il eſt certain que le Mouvement de gravitation, a pour *Cauſe efficiente*, non l'action même de la Matiere, mais l'action efficace & permanante de l'Etre créateur, unique cauſe efficiente de tout Mouvement dans la Nature matérielle. (76).

Deſcartes & Newton n'ont aucune oppoſition de ſentimens, ſur cet objet. Ils conviennent l'un & l'autre, & tous leurs vrais Sectateurs conviennent de concert avec eux de part & d'autre, que la *gravitation des Corps*, ainſi que tout autre Mouvement de la Nature, a pour Cauſe efficiente, l'action permanante de l'Auteur de la Nature; mais ils ne s'accordent pas de même, ſur la *Cauſe occaſionnelle* de ce Mouvement de gravitation.

Deſcartes prétend que la gravitation des Corps, a pour Cauſe occaſionnelle, l'*impulſion d'une Matiere*; ou que l'Auteur de la Nature n'imprime aux divers Corps, ce Mouvement qui les fait tendre les uns vers les autres, qu'à l'occaſion du contact, du choc, de l'impulſion d'une Matiere élancée contre ces Corps.

Newton prétend au contraire, que la gravitation des Corps, a pour Cauſe occaſionnelle, non l'impulſion d'aucune Matiere quelconque, mais la *ſimple co-exiſtence de ces Corps*; ou que l'Auteur de la Na-

ture, imprime à tous les Corps co-exiſtans, ſoit dans le Vide, ſoit hors du Vide, un Mouvement qui les fait tendre les uns vers les autres, ſelon certaines Loix conſtantes, ſans qu'aucun contact, qu'aucun choc, qu'aucune Impulſion, lui en fourniſſe l'occaſion.

III°. Quelle eſt donc, dans le Syſtême newtonien, la Cauſe occaſionnelle qui engage l'Auteur de la Nature, à imprimer & à conſerver perſévéramment aux Corps quelconques, ce *Mouvement qui les fait tendre les uns vers les autres*, & que nous nommons indifféremment Attraction, Peſanteur, Gravitation?

La Cauſe occaſionnelle de ce Mouvement de gravitation, eſt une *Loi primitive de la Nature*; ou une Volonté efficace & permanante de l'Auteur de la Nature, lequel a voulu & décerné que tous les Corps co-exiſtans autour du Soleil, euſſent une tendance permanante vers cet Aſtre, euſſent une tendance réciproque & permanante les uns vers les autres.

La *ſimple co-exiſtence de ces Corps*, ſans le ſecours d'aucune Impulſion reçue dans ces Corps, ſuffit à l'Etre créateur, pour l'engager, conformément à la *Loi par lui établie*, à produire perſévéramment dans ces Corps, le Mouvement qui les porte ſans ceſſe les uns vers les autres. Telle eſt, ſelon Newton, la Cauſe occaſionnelle de l'Attraction mutuelle des Corps, dans la Nature viſible.

PROPOSITION FONDAMENTALE.

1407. *L'Attraction exiſte; l'Attraction eſt une Loi générale de la Nature.* (Fig. 4 & 9).

DÉMONSTRATION. I°. L'Attraction, ou la Peſanteur, ou la Gravitation, n'eſt autre choſe qu'une *Tendance permanante des Corps*, les uns vers les autres, vers certains Centres communs. Or, une telle Tendance exiſte évidemment dans les Planetes & dans

les Cometes à l'égard du Soleil ; dans les Satellites, à l'égard de leur Planete principale : donc l'Attraction existe & se manifeste évidemment dans ces différens Corps.

II°. Cette *Tendance permanante des Globes céleſtes*, Planetes ou Cometes, vers le centre de leur Mouvement, n'a point pour Cauſe, l'impulſion d'une Matiere par qui ils ſoient heurtés & preſſés vers ce Centre de leur mouvement ; puiſque ces Corps ſe meuvent inconteſtablement dans des Eſpaces vides ; dans des eſpaces où n'exiſte aucune Matiere propre à leur imprimer une impulſion ſenſible & efficace ; dans des eſpaces où la ſeule Matiere qui puiſſe les heurter, la *Matiere lumineuſe*, tendroit plutôt à les éloigner qu'à les rapprocher du centre vers lequel ils gravitent, du centre du Soleil. (§ 199 & 1402).

Donc, il y a dans ces Globes céleſtes, une *Attraction indépendante de l'Impulſion* ; une Attraction qui n'a pour Cauſe occaſionnelle que leur Co-exiſtence & la Loi primitive de l'Etre créateur ; une Attraction telle que l'admet Newton.

III°. L'enſemble de ces différens Corps céleſtes, des Planetes & des Cometes, forme toute la Nature ſoumiſe à nos Obſervations en ce genre : donc toute la Nature ſoumiſe à nos obſervations, eſt aſſujettie à l'Attraction.

Done, par un Jugement d'analogie, on doit préſumer le même *régne de l'Attraction*, dans la partie de la Nature qui échappe à nos Obſervations ; par exemple, dans les Cometes encore inconnues, à l'égard de notre Soleil ; dans les Planetes & dans les Cometes qui vraiſemblablement font leurs révolutions autour des différentes Etoiles. Donc, l'Attraction eſt une Loi générale de la Nature. C. Q. F. D.

## OBJECTIONS A RÉFUTER.

1408. OBJECTION I. L'Attraction, ſous quelques belles couleurs qu'on la montre, n'eſt au fond qu'une Qualité occulte, qu'un Principe douteux, qu'un Être obſcur & inconcevable, qu'une Cauſe abſtraite & ſans aucune influence phyſique. Un ſyſtême de Phyſique qui a pour baſe l'Attraction, eſt donc un ſyſtême très-peu philoſophique.

RÉPONSE. I°. Nous avons déjà obſervé & il eſt facile de faire ſentir que l'Attraction n'a rien de commun avec les *Qualités occultes* du Péripatétiſme; qualités que l'on ne peut, ni concevoir, ni définir: puiſque l'Attraction ſe conçoit & ſe définit très-lumineuſement.

« L'*Attraction entre deux Corps*, par exemple, entre la Terre & la Lune, entre la Terre & le Soleil, eſt un Mouvement imprimé à ces deux Corps, l'un vers l'autre, par l'Auteur même de la Nature: l'occaſion ou la cauſe occaſionnelle de ce Mouvement, eſt la co-exiſtence de ces deux Corps; l'effet de ce Mouvement, eſt de rapprocher ſans ceſſe ces deux Corps l'un de l'autre; ou de s'oppoſer à quelque Mouvement qui tendroit à les éloigner l'un de l'autre. Quelle obſcurité peut-on trouver & dans ces idées & dans l'objet de ces idées? Il eſt donc abſurde de reprocher un vice d'obſcurité, à un Principe phyſique où tout eſt lumiere. (*Fig.* 4).

II°. Un Principe phyſique qui s'annonce perſévéramment par ſes effets, dans toute la Nature expoſée à nos obſervations, n'eſt point un *Principe douteux*, un Principe dont l'exiſtence puiſſe être miſe en Problême. Or, telle eſt évidemment l'Attraction générale des Corps.

Nous voyons les *Corps céleſtes*, les Planetes & les Cometes, tendre perſévéramment vers le centre de

leur mouvement. Nous voyons les *Corps terreſtres*, tendre toujours & par-tout vers le centre de la Terre.

Ces effets annoncent évidemment l'*exiſtence d'une Cauſe* : nous avons démontré que cette cauſe n'eſt point l'Impulſion : d'où il réſulte que cette cauſe ne peut être que l'Attraction. L'Attraction n'eſt donc point un Principe équivoque & douteux.

De la Nature & des Loix de l'Attraction, découle l'explication de tous les grands phénomenes de la Nature, dans le Ciel : l'explication de ces mêmes phénomenes, ne peut aucunement découler de l'Impulſion. Quel préjugé, ou plutôt quelle démonſtration, en faveur de l'Attraction, telle que nous l'avons déjà montrée, & telle que nous la montrerons dans la ſuite de cet Ouvrage ! Peut-on, ſans une *Prévention plus qu'aveugle*, ne pas voir l'exiſtence de l'Attraction, dans la ſimple convenance de l'Attraction avec le mécaniſme général de l'Univers ?

En découvrant le *Principe de l'Attraction*, Newton a fourni à la Phyſique un Fil ſecourable, qui la conduit avec toute la certitude & toute la préciſion poſſibles, dans le Dédale de la Nature ; un Flambeau lumineux, qui éclaire ſa marche, qui lui dévoile avec la plus parfaite exactitude, les phénomenes avant l'obſervation ; une Regle ſûre & infaillible, qui ſoumet toute la théorie du Ciel, à la rigueur du Calcul le plus précis ; en telle ſorte que les obſervations les plus ſoigneuſes & les plus exactes ne donnent pas des Réſultats plus juſtes & plus conformes aux Phénomenes.

Si malgré tout cela, l'Attraction peut encore être regardée comme un Principe équivoque & douteux : quel Principe pourra être regardé comme certain, dans la Phyſique ?

III°. Que veut-on dire, quand on reproche à l'At-

traction d'être une *Cauſe abſtraite?* L'Attraction, ainſi que la Vîteſſe, ainſi que l'Etendue, ainſi que l'Impulſion, ainſi que toute autre Cauſe phyſique, peut être enviſagée dans un état d'abſtraction. S'enſuit-il delà, que l'Attraction ne ſoit qu'un être imaginaire? Non ſans doute: ſans quoi il s'enſuivroit également delà, que la Vîteſſe, que l'Etendue, que l'Impulſion, que toutes les Cauſes phyſiques, ne ſont que des êtres imaginaires: ce qui eſt une abſurdité manifeſte.

IV°. S'entend-on beaucoup mieux, quand on accuſe l'Attraction, de n'être pas une *Cauſe mécanique*, un Principe d'une influence phyſique? Je dis que l'Attraction eſt une Cauſe tout auſſi mécanique, un Principe tout auſſi phyſique, que l'Impulſion.

Car, en quoi conſiſte le *mécaniſme de l'Impulſion*, ſelon Deſcartes, ſelon Malebranche, ſelon Privat de Moliere, ſelon tous les Cartéſiens anciens & modernes? En ce que, à l'occaſion du Choc entre deux Corps, l'Auteur de la Nature, produit dans le Corps choqué, une quantité de mouvement égale à celle que perd le Corps choquant.

En quoi conſiſte le *mécaniſme de l'Attraction*, ſelon Newton & ſelon ſes Sectateurs? En ce que, à l'occaſion de la co-exiſtence de deux Corps, l'Auteur de la Nature, produit dans eux une certaine quantité de Mouvement qui les fait tendre l'un vers l'autre.

Comme le choc n'eſt point la cauſe efficiente, mais ſimplement la *Cauſe occaſionnelle*, du mouvement produit dans l'Impulſion: de même la co-exiſtence n'eſt point la cauſe efficiente, mais ſimplement la cauſe occaſionnelle, du mouvement produit dans l'Attraction. D'où il réſulte, ou que l'Impulſion n'eſt point une cauſe phyſique & mécanique; ou que l'Attraction eſt une cauſe tout auſſi phyſique & tout auſſi mécanique. (74 & 84).

V°. Il eſt facile d'adapter les mêmes réponſes à de

ſemblables objections que l'on pourroit faire contre les Affinités chymiques, ou contre l'*Attraction ſpéciale des Corps* : Attraction dont la nature eſt ſuſceptible d'une définition très-lumineuſe ; Attraction dont l'exiſtence ſe fait ſentir dans mille & mille Phénomenes (93) ; Attraction dont le mécaniſme conſiſte en derniere analyſe, dans une tendance réciproque entre certains Corps, occaſionnée par la contiguité plus ou moins parfaite de ces corps, & produite par l'action de l'Etre créateur, ſeule cauſe efficiente de tout mouvement, ſeul exécuteur de toutes les Loix par lui établies dans la Nature matérielle.

1409. OBJECTION II. Quelle différence ſenſible entre le mécaniſme qui ſe montre *dans l'Impulſion*, & le prétendu Mécaniſme que l'on imagine *dans l'Attraction !*

Le premier eſt un mécaniſme fondé ſur la nature du Mouvement, qui tend a ſubſiſter toujours en même ſomme ; ſur la nature de la Matiere, qui étant mobile & impénétrable, doit ſe mouvoir & ſe déplacer, pour ne pas détruire le mouvement du Corps frappant ; ſur la nature de la plupart des Corps, qui étant deſtinés à ſe former & à ſe détruire par l'acquiſition & par la déperdition continuelle d'une foule de differentes ſubſtances, exigeoient un choc, une Impulſion, entre ces ſubſtances différentes.

Le ſecond au contraire, eſt un méganiſme qui n'eſt fondé, ni ſur la nature du Mouvement, ni ſur la nature de la Matiere, ni ſur la nature des Corps ; un mécaniſme obſcur & ténébreux, qui ne porte que ſur une Volonté arbitraire de l'Auteur de la Nature, & où tout ſe réduit à dire très-peu philoſophiquement, que les Corps s'attirent ; parce qu'il a plu à l'Auteur de la Nature, qu'ils s'attiraſſent ainſi.

RÉPONSE. Dès-lors que l'on convient de part &

d'autre, comme en conviennent les Cartéſiens & les Newtonniens, que le mouvement n'eſt point l'abſurde effet d'une Qualité occulte de la Matiere ; que *tout Mouvement a pour cauſe efficiente l'action de l'Etre créateur*, ſeul auteur & moteur & conſervateur de la Nature viſible : comment peut-on trouver un Mécaniſme ſi différent, entre l'Impulſion & l'Attraction ?

La Cauſe efficiente du mouvement d'impulſion & du mouvement d'attraction, eſt la même. La Cauſe déterminative de ce *double Mouvement*, eſt la Volonté primitive & toujours ſubſiſtante de l'Etre créateur, qui a librement établi la Loi d'impulſion & la Loi d'attraction : la premiere à l'occaſion du choc des Corps ; la ſeconde à l'occaſion de la co-exiſtence des mêmes Corps. Où eſt donc la différence frappante de Mécaniſme, entre l'Impulſion & l'Attraction ! Il faut avouer néceſſairement, ou qu'il n'y a point de mécaniſme dans l'Impulſion ; ou qu'un ſemblable mécaniſme exiſte dans l'Attraction.

I°. Le *mouvement d'Impulſion*, ne doit rien eſſentiellement, ni à ſa nature, ni à la nature de la Matiere, ni à la nature des Corps : il doit tout uniquement à la Volonté libre de l'Etre créateur, qui a librement porté *telles Loix de mouvement*, relatives à l'Ordre qu'il lui a plu d'établir dans la Nature.

Pourquoi, par exemple, un *Corps ſans reſſort*, ne peut-il pas heurter un autre Corps ſans reſſort, ſans lui communiquer la moitié de ſon mouvement, ſi les maſſes ſont égales ; ſans lui communiquer les deux tiers de ſon mouvement, ſi le corps choqué eſt double en maſſe ?

Pourquoi un *Corps à reſſort*, ne peut-il pas heurter un autre Corps à reſſort, ſans perdre tout ſon mouvement, ſi les maſſes ſont égales ; ſans rétrograder, ſi la maſſe heurtée eſt plus grande ?

Il eſt clair que l'on ne peut donner d'autre raiſon

phyſique de ces phénomenes d'impulſion, que la *Volonté primitive* de l'Auteur de la Nature. Il eſt clair que l'Auteur de la Nature, qui a librement établi *telles Loix de Choc*, entre les Corps, auroit pu établir des Loix toutes différentes; auroit pu décerner, par exemple, qu'après le choc, les deux Corps, ou s'arrêteroient totalement l'un & l'autre, ou ſe mouvroient l'un & l'autre dans le même ſens avec la vîteſſe primitive, ou retrograderoient l'un & l'autre avec des vîteſſes égales ou inégales à la vîteſſe primitive.

Il n'y a donc dans l'Impulſion, ainſi que dans l'Attraction, d'autre *Mécaniſme phyſique*, que celui qu'y met & l'Action & la Loi de l'Auteur & du Moteur de la Nature.

II°. Si l'Ordre de la Nature, ſi l'éternel renouvellement des Etres, exigeoit une *Loi d'Impulſion*: de même Ordre de la Nature, ce même renouvellement des Etres, exigeoit-il moins une *Loi d'attraction*? Eſt-il démontré que l'Attraction joue un moins brillant rôle dans la Nature, que l'Impulſion?

Il eſt démontré d'abord, que la *ſeule Attraction*, ſans le ſecours d'aucune Impulſion, ſoumet à des Mouvemens éternellement périodiques & réguliers, les Globes céleſtes, au ſein du Vide immenſe.

Il eſt certain enſuite que ſi l'Impulſion influe pour beaucoup dans l'action qui anime, qui vivifie, qui éterniſe la nature des Etres autour de nous; l'*Attraction*, ſoit générale, ſoit ſpéciale, a auſſi une influence très-ſenſible & très-frappante dans cette même action de la Nature & dans les Phénomenes qui en émanent: comme nous l'avons fait remarquer ſi fréquemment dans différentes parties de cet Ouvrage. (93 & 210, 228, 241, 338, 565, 599, 877, 1324, 1831).

III°. Si la ſeule Impulſion ſuffiſoit pour rendre raiſon de tous les phénomenes de la Nature: l'Attraction devroit être rejettée, comme une cauſe inutile,

comme une cauſe dont rien n'exigeroit & n'établiroit l'exiſtence.

Mais l'Impulſion ne pouvant point avoir lieu dans les Eſpaces céleſtes, où ne ſe trouve aucune Matiere impulſive; mais l'Impulſion ne pouvant point ſe concilier avec une infinité de phénomenes que nous obſervons en petit dans les Opérations chimiques, & qui ſe montrent en grand dans la formation & dans la décompoſition de preſque tous les Corps terreſtres: pourquoi refuſer d'aſſocier à l'Impulſion, une Cauſe phyſique qui, par ſes effets conſtans & permanans, annonce ſon exiſtence & ſon influence, dans toute la Nature?

IV°. Si on fait un reproche au Newtonianiſme, d'attribuer le mouvement de deux Corps qui s'attirent, à l'action permanante de l'Auteur de la Nature: on peut faire le même reproche au Cartéſianiſme, qui attribue également le mouvement de deux Corps qui ſe choquent, non à quelque Vertu occulte de la Matiere, ſelon l'antique Préjugé qui n'exiſte plus que dans les idées de l'Ignorance & de la Déraiſon, mais à l'action efficace & permanante de l'Auteur de la Nature.

Mais un tel reproche ne peut raiſonnablement avoir lieu, ni contre Deſcartes, ni contre Newton. Quelque parti que l'on prenne entre ces deux grands hommes, entre ces deux reſtaurateurs de la Philoſophie: on eſt forcé de reconnoître & un premier Auteur & un éternel Conſervateur de la Nature, qui ſeul a établi & qui ſeul effectue les *Loix de mouvement* qu'il lui a librement données.

Une Phyſique dans laquelle on ne ſuppoſeroit point de Dieu, ou dans laquelle on ne ſuppoſeroit qu'un Dieu oiſif & ſans action, ſeroit une Phyſique plus digne d'un ſtupide Epicurien, que d'un Philoſophe éclairé.

V°. Attribuer à l'action de l'Auteur de la Nature,

le mouvement des Corps qui ſe heurtent ou qui s'attirent, ce n'eſt point détruire le mécaniſme de l'Impulſion ou de l'Attraction : ce n'eſt point réduire la Phyſique à dire ſimplement que tel Phénomene arrive, parce que Dieu le produit : comme l'Ignorance ou la Prévention le reprochent quelquefois à Deſcartes & à Newton ; c'eſt-à-dire aux deux Princes de la Philoſophie moderne, aux deux Maîtres du Monde philoſophe.

Que l'on demande à un Newtonien, par exemple, pourquoi les Graves accélerent leur mouvement ſelon la ſuite des Nombres impairs (366), en tombant librement & ſans aucun obſtacle vers leur centre ! Il ne répondra pas ſtupidement que ce mouvement s'accélere ainſi, parce que Dieu le veut. Mais il répondra que ce phénomene eſt une *dépendance de la Loi d'attraction* : qu'étant donnée cette Loi générale & primitive, qu'a fait découvrir & connoître l'obſervation des Mouvemens céleſtes ; le phénomene de l'accélération des Graves, doit arriver tel qu'on l'obſerve.

Une telle réponſe eſt évidemment une réponſe très-digne d'un Phyſicien. Car, en quoi conſiſte & en quoi peut conſiſter la Phyſique ; ſinon à obſerver à quelles *Loix générales & primitives*, eſt ſoumiſe la Nature ; & quelle influence peuvent & doivent avoir ces Loix, dans telles & telles circonſtances ?

VI°. Pour ce qui concerne ces Loix générales & primitives de la Nature ; il ſeroit évidemment abſurde d'en demander aucune explication phyſique ; ni d'en chercher aucune cauſe ultérieure ; puiſque, par la ſuppoſition, ces Loix ſont la cauſe générale & primitive de tous les effets de la Nature ; & qu'il eſt évident qu'on ne peut & qu'on ne doit donner aucune raiſon des Loix & des Cauſes primitives de la Nature, ſinon la *Volonté libre & toujours ſubſiſtante de l'Etre créateur* ;

*créateur*; qui ayant voulu & décerné un tel Ordre de choſes dans la Nature par lui crée & formée, a dû néceſſairement établir quelques Cauſes primitives, quelques Cauſes indépendantes de toute cauſe ultérieure, pour mouvoir & pour animer la Nature conformément à ſes vues & à ſes deſſeins.

1410. OBJECTION III. Newton n'a admis l'Attraction, que comme une hypotheſe propre à rendre raiſon des Phénomenes; que comme une théorie, d'où l'on déduit facilement par le calcul, tous les mouvemens des Corps céleſtes. Pourquoi réaliſer une hypotheſe, une théorie, que n'a point réaliſé ſon Auteur?

RÉPONSE. I°. Il importe très-peu de ſavoir quelle idée Newton avoit de l'Attraction: puiſque ce n'eſt point ſur ſon autorité, que nous en établiſſons l'exiſtence & la réalité. Ce qu'il importe uniquement de ſavoir ſur cet objet: c'eſt quelle idée doit nous en donner l'*obſervation de la Nature*; qui eſt expoſée à nos regards, comme à ceux de Newton.

Or, l'obſervation de la Nature, nous démontre que l'Impulſion n'eſt point l'unique cauſe primitive de ſon action; & qu'à l'Impulſion il faut néceſſairement aſſocier une autre Cauſe primitive, ſavoir, l'*Attraction*. Donc l'exiſtence & la réalité de l'Attraction eſt tout auſſi démontrée, que l'exiſtence & la réalité de l'Impulſion.

II°. De l'aveu de tous les Phyſiciens & de tous les Aſtronomes, Carteſiens ou Newtoniens, l'hypotheſe de l'Attraction, cadre parfaitement avec tous les *grands Phénomenes de la Nature*; avec toutes leurs dépendances, avec toutes leurs particularités, avec toutes leurs apparentes irrégularités.

Comment pourroit-il ſe faire qu'une hypotheſe qui eſt en tout l'image & l'expreſſion de la Nature, ne

fût pas une réalité dans la Nature ? Après tout cela, ſoupçonner l'Attraction, de n'être qu'une vaine ſuppoſition; ce ſeroit donner droit de former le même ſoupçon ſur l'Impulſion: ſoupçon qui ſeroit évidemment déraiſonnable & abſurde.

Auſſi Newton, dans ſa théorie de l'Attraction, déclare qu'il ne fait point de ſyſtême, qu'il ne travaille point ſur une hypotheſe; *& ego Hypotheſim non fingo:* ſans doute parce qu'il étoit perſuadé que cette théorie n'eſt autre choſe, que la théorie même de la Nature.

## ARTICLE SECOND.

### LOIX GÉNÉRALES DE L'ATTRACTION.

1411. PREMIERE LOI. *L'ATTRACTION active & paſſive des Corps, eſt réciproque: ou, tout Corps attire le Corps par lequel il eſt attiré.*

DÉMONSTRATION. Soient, par exemple, la Terre & la Lune, placées à une grande diſtance l'une de l'autre, dans le Vide immenſe des Eſpaces céleſtes. Nous avons à prouver que la Terre exerce une attraction ſur la Lune; & la Lune, une attraction ſur la Terre. (*Fig.* 22).

I°. Il eſt certain que la Lune & toutes les parties de la Lune, ont une tendance permanante vers le *centre de la Terre T:* puiſqu'il n'y a aucune autre cauſe qui puiſſe captiver & retenir la Lune A dans ſon Orbite ABCDA; qui puiſſe infléchir ſans ceſſe ſon mouvement, & l'empêcher de s'effectuer à chaque inſtant dans la direction de la Tangente AP à ſa Courbe; ſelon l'exigence naturelle du Mouvement. (308).

Or, cette tendance ou cette gravitation de la Lune

vers le centre de la Terre T, n'a & ne peut avoir pour Cauſe, dans le Vide des eſpaces céleſtes, que l'Attraction active de la Terre : donc *la Terre exerce une Attraction active ſur la Lune.*

II°. Il n'eſt pas moins certain que les différentes parties de la Lune, ont une tendance permanante vers le *centre de la Lune :* ſans quoi, tandis que la Lune tourne ſur ſon centre & ſur ſon axe en environ un mois (1243); toutes les parties qui compoſent ſa ſurface & qui ſont détachées de cette ſurface, telles que les eaux, les ſables, l'air, & autres ſubſtances ſemblables, s'échapperoient néceſſairement par la tangente à ſa Courbe de rotation, en vertu de la Force centrifuge que leur donne ce mouvement de rotation.

Or, cette tendance ou cette gravitation des parties de la Lune vers le centre de cet Aſtre, n'a & ne peut avoir pour cauſe, dans le Vide des eſpaces céleſtes, que l'attraction active de la Lune elle-même : donc *la Lune exerce une attraction active ſur ſes différentes parties.*

III°. Mais ſi cette Attraction active de la Lune, s'étend depuis ſon centre juſqu'à ſa ſurface : pourquoi ne s'étendroit-elle pas avec plus ou moins de force juſqu'à la Terre T ; qui dans ce cas, ſouffrira une Attraction paſſive de la part de la Lune ? Et alors, *la Terre ſera attirée par la Lune :* ainſi que la Lune eſt attirée par la Terre.

L'*attraction active de la Terre*, ne ſe borne pas à empêcher que les mers, que les rivieres, que toutes les parties détachées de la ſurface terreſtre, que toute la maſſe de l'Atmoſphere, ne s'échappent par la Tangente, en vertu de la Force centrifuge que leur imprime la révolution diurne de la Terre autour de ſon Axe. Cette Attraction de la Terre, étend ſon action décroiſſante juſqu'à la Lune, dont elle inflé-

chit ſans ceſſe le mouvement vers le centre de la Terre. (1272).

Pourquoi l'*attraction active de la Lune*, ſeroit-elle reſtreinte à ſa ſphere, & limitée dans ſa ſphere? On ne peut aſſigner aucune limite à l'action attractive de la Terre: ſur quel principe & ſur quel fondement aſſigneroit-on des limites à l'action attractive de la Lune: action dont nous montrerons ailleurs des effets ſurprenans, dans le grand & permanant Phénomene du flux & du reflux de la Mer? (*Fig.* 65).

Il eſt donc bien démontré qu'il y a une Attraction réciproque entre la Terre & la Lune: que la Terre attire la Lune & eſt attirée par la Lune; & réciproquement, que la Lune attire la Terre & eſt attirée par la Terre.

IV°. On peut appliquer la même théorie, au Soleil & à une Planete ou Comete quelconque. Le Soleil a un mouvement de révolution ſur lui-même, & tourne autour de ſon axe ſenſiblement immobile, en vingt-cinq jours & demi; & ſa *Vertu attractive*, qui captive & retient autour de ſon centre les différentes parties qui le compoſent, va captiver & retenir Jupiter dans ſon orbite. (*Fig.* 4).

Jupiter a auſſi un mouvement de révolution ſur lui-même: il tourne autour de ſon Axe errant & mobile, en neuf heures & cinquante-ſix minutes. Pourquoi la *Vertu attractive de Jupiter*, qui empêche toutes ſes parties de céder à leur Force centrifuge & de s'enfuir par la tangente, ne s'étendroit-elle pas hors de ſa ſphere & juſqu'au Soleil?

VI°. Et comme nous ſommes forcés d'attribuer la même *Vertu attractive* à tous les Corps céleſtes, Planetes ou Cometes, ſur leſquels nous pouvons faire des obſervations: nous devons, par une Induction ou par un Jugement d'analogie que rien ne dément, la regarder comme appartenant à toute la Matiere.

Il faut donc reconnoître que l'Attraction des Corps, eſt par-tout réciproque; ou que tout Corps attire le Corps par lequel il eſt attiré. C. Q. F. D.

1412. SECONDE LOI. *L'Attraction active, ou la La Force par laquelle un Corps attire un autre Corps, eſt proportionnelle à la maſſe du Corps attirant.*

DÉMONSTRATION. L'Attraction active des Corps étant réciproque; il eſt clair qu'elle doit convenir à *toutes les parties d'un Corps:* il eſt clair que chaque partie doit avoir une Attraction active, qui lui ſoit propre.

Donc la Force attractive d'un Corps, doit être d'autant plus grande ou d'autant plus petite, que ce Corps a plus ou moins de parties attractives. Donc la Force attractive d'un Corps, doit être proportionnelle à ſa maſſe. C. Q. F. D.

1413. COROLLAIRE. *Si deux Corps, par exemple, la Terre & la Lune, étoient livrés à l'unique Force de leur Attraction réciproque:*

I°. *Ces deux Corps s'approcheroient l'un de l'autre, en parcourant chacun des eſpaces qui ſeroient en raiſon inverſe de leurs maſſes:*

II°. *Le Point où ces deux Corps ſe rencontreroient, doit être regardé comme le centre commun de leur Action attractive, relativement à un troiſieme Corps qui ſeroit attiré conjointement par les deux premiers.* (Fig. 47).

DÉMONSTRATION. I°. Soit la maſſe du Corps A, égale à 10; la maſſe du Corps B, égale à 1. Selon la démonſtration de la Loi précédente, le Corps A exerce ſur le Corps B, une force attractive comme 10: tandis que le Corps B n'exerce ſur le Corps A, qu'une force attractive comme 1.

Donc, les effets étant néceſſairement comme les Cauſes qui les produiſent; le Corps B ſe mouvra

vers le Corps A, avec une vîteſſe comme 10 : tandis que le Corps A ne ſe mouvra vers le Corps B, qu'avec une vîteſſe comme 1.

Donc les eſpaces parcourus ſeront en raiſon inverſe des maſſes; & ces deux Corps, en tendant l'un vers l'autre, ſe rencontreront en un point C, dix fois plus près du Corps A que du Corps B.

II°. Si on ſuppoſe maintenant que le Corps A & le Corps B, immobiles chacun en leur place malgré leur attraction réciproque, attirent conjointement vers eux un *troiſieme Corps D :* il eſt clair que ce Corps D, livré à l'action de ces deux Forces conſpirantes, doit tendre vers l'une & vers l'autre, en ſuivant la diagonale D C d'un parallélogramme conſtruit ſur la direction & ſur la proportion des deux Forces qui agiſſent ſur lui. (345).

Ce Corps D s'approchera donc d'autant plus du Corps A; que le Corps A aura plus de maſſe & de vertu attractive, que le Corps B.

1414. TROISIEME LOI. *L'Attraction paſſive d'un Corps, ou la quantité de mouvement que reçoit un Corps en vertu de l'Attraction active qu'il eſſuie de la part du Corps attirant, eſt proportionnelle à la maſſe du Corps attiré.* (Fig. 47).

DÉMONSTRATION. L'Attraction paſſive d'un Corps, n'eſt autre choſe que ſa gravitation ou ſa peſanteur. Or, la gravitation d'un Corps, eſt proportionnelle à la maſſe du Corps qui gravite. Car, il eſt démontré par les Obſervations, que dans un eſpace libre, dans le Vide, tous les Corps tombent avec une égale vîteſſe, en vertu de leur gravitation dont la cauſe phyſique eſt l'Attraction active de la Terre : Attraction qui n'imprime pas plus de vîteſſe à une plume qu'à une bombe, ou à une bombe qu'à une plume. (245).

Or, les vîteſſes étant égales dans le Vide, où les

*Attractions paſſives* ſe montrent en toute liberté & ſans aucun obſtacle : il eſt clair que les quantités de mouvement dans différens Corps, ſont entre elles comme les maſſes de ces Corps. (273).

Doù il réſulte que le *Corps B*, par exemple, en vertu de ſon Attraction paſſive proportionnelle à ſa maſſe, ſe mouvra vers le Corps attirant A, avec une quantité de mouvement ou avec une Force motrice comme 1 ; ſi la maſſe de ce Corps B, eſt comme 1 : avec une Force motrice comme 100, ſi la maſſe de ce même Corps B, eſt comme 100, ou cent fois plus grande que 1 ; & ainſi du reſte. C. Q. F. D.

1451. OBJECTION. Selon les Loix générales & fondamentales du Mouvement : plus eſt petite la maſſe d'un Corps à mouvoir, plus eſt grande la quantité de Mouvement que lui imprime l'action déterminée du Corps qui le meut.

D'où il s'enſuit viſiblement qu'une Plume devroit oppoſer moins de réſiſtance qu'une Bombe, à l'Attraction active de la Terre ; & par conſéquent, qu'une Plume devroit céder plus aiſément & plus amplement à la Force attractive, & ſe mouvoir avec plus de vîteſſe, qu'une Bombe : ce qui eſt formellement oppoſé à la troiſieme Loi précédente ; Loi par conſéquent évidemment fauſſe, & dont la fauſſeté viſible & palpable entraîne néceſſairement la ruine de toute la théorie de l'Attraction.

RÉPONSE. L'Objection qu'il s'agit ici de réfuter, & que renouvelle ſans ceſſe la bruyante Ignorance, n'a d'autre fondement que cette *fauſſe & abſurde Suppoſition* ; ſavoir, que les Loix particulieres de l'Attraction, ſont & doivent être les mêmes que celles de l'Impulſion : ce qui eſt tout auſſi faux & tout auſſi abſurde, que de dire que les Loix de la Mécanique, ſont & doivent être les mêmes que celles de

l'Optique, de l'Hydroſtatique, de la Cryſtalliſation, de la Végétation; que les Loix de Reproduction dans le Regne animal, ſont & doivent être les mêmes que dans le Regne végétal ou dans le Regne minéral.

Pour réfuter théoriquement ou d'après l'idée même des choſes, cette antiphiloſophique Objection, que réfute d'ailleurs ſi ſenſiblement la fameuſe Expérience de la *chûte des Graves dans le Vide* (245): prenons ici la Terre, pour exemple général des Corps attirans; ou des Corps qui exercent une Vertu attractive ſur d'autres Corps par eux attirés. (*Fig.* 50 & 51).

Dans le Vide, les Corps attirés par la Terre, par exemple, une Plume, une Bale de plomb, une Bombe, n'ont d'autre réſiſtance à oppoſer à l'action attractive de la Terre, que leur *Force d'inertie:* Force attachée & inhérente à chaque élément de Matiere. (287).

Or, cette Force d'inertie, inhérente à chaque élément de Matiere, eſt détruite dans chaque élément, par l'Attraction active de la maſſe entiere de la Terre: attraction toute relative à chaque élément ſéparément pris, comme s'il exiſtoit ſeul dans la Plume, dans la Bale ou dans la Bombe dont il fait partie.

Chaque élément du Corps attiré, quel qu'en ſoit le nombre, gravite donc vers le Corps attirant, par exemple, vers le centre de la Terre, avec une vîteſſe proportionnelle à la Force attractive qu'exerce ſur lui toute la maſſe du Corps attirant.

Donc chaque élément du Corps attiré, tend à ſe mouvoir vers le Corps attirant, avec une égale vîteſſe: ſoit que le *Corps attiré* renferme une grande quantité d'élémens, ſoit qu'il n'en contienne qu'une quantité incomparablement moindre. Donc la Force motrice du Corps attiré, ou la quantité de mouvement que lui imprime le Corps attirant, eſt comme la ſomme de ſes élémens, ou comme ſa maſſe: ainſi

que le démontrent de concert & l'Expérience & la Théorie. (245 & 1414).

1416. QUATRIEME LOI. *L'Attraction active & paſſive des Corps, croît & décroît en raiſon inverſe des quarrés des diſtances qui les ſéparent.* (Fig. 61).

DÉMONSTRATION. Nous avons obſervé ailleurs, que la *peſanteur des Corps*, eſt un peu plus grande vers les Poles qu'en France, en France que vers l'Equateur; immenſement plus grande ſur la ſurface de la Terre, qu'à la diſtance de la Lune; & nous avons démontré que cette peſanteur des Corps, toujours moindre à meſure qu'ils ſont plus éloignés de leur centre de gravitation, augmente & diminue toujours en raiſon inverſe des quarrés de leur diſtance à ce centre de gravitation. (251 & 1272).

Donc, la gravitation ou la peſanteur des Corps, qui n'eſt autre choſe que l'*Attraction paſſive de ces Corps*, croît & décroît en raiſon inverſe des quarrés de leurs diſtances.

Donc, l'*Attraction active des Corps attirans*, qui eſt l'unique cauſe à laquelle on puiſſe attribuer la gravitation ou la peſanteur des Corps, croît & décroît en raiſon inverſe des quarrés des diſtances: ſans quoi l'effet ne ſeroit pas proportionnel à ſa cauſe; & la cauſe, à ſon effet; ce qui eſt évidemment faux & abſurde. C. Q. F. D.

1416. II°. REMARQUE. Depuis près d'un ſiecle, cette quatrieme & derniere Loi de l'Attraction, eſt reçue par tous les Aſtronomes éclairés, Newtoniens ou Cartéſiens, ou comme un *Principe phyſique*, d'où émanent les grands phénomenes céleſtes; ou comme une *Regle géométrique*, qui cadre parfaitement avec ces phénomenes, ſans en être la cauſe phyſique. Nous l'admettons à la fois, & comme Principe phyſique, & comme Regle géométrique.

I°. Quelques Philoſophes, pour ſe former une idée ſenſible de cette Force attractive, toujours croiſſante & décroiſſante en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, conſiderent le Corps attirant, comme dardant de ſon ſein, un *Torrent MSP de matiere attractive*, en forme d'irradiation permanante. (*Fig.* 53).

Dans cette ſuppoſition, il eſt clair que la Force attractive devroit croître & décroître en raiſon inverſe des quarrés des diſtances : puiſque le Corps attiré, toujours plongé dans cette Sphere indéfinie d'attraction, ſeroit en priſe à une quantité de Matiere attractive, dont la denſité & l'action ſeroit toujours évidemment en raiſon inverſe des quarrés de ſa diſtance au centre S d'irradiation. (898).

Quoique cette Suppoſition ſoit totalement fabuleuſe ; quoique le Corps attirant ne darde de ſon ſein, aucun torrent, aucune irradiation de Matiere attractive : il eſt évident que l'Auteur de la Nature, a pu décerner que l'*Attraction active & paſſive des Corps*, ſuivît cette même Proportion ; ou qu'elle crût & décrût en raiſon inverſe du quarré de la diſtance interceptée entre les centres du Corps attiré & du Corps attirant.

Or, tel eſt le phénomene, telle eſt la modification, que les Obſervations ont fait découvrir dans la *Loi d'attraction* (1273) : Loi générale, qui ſe montre toujours & par-tout la même, dans tous les Corps où nous pouvons l'obſerver ; & qu'un Jugement d'analogie le mieux fondé, nous autoriſe à ſuppoſer dans les Corps qui ſe refuſent à nos obſervations.

II°. D'autres Philoſophes, qui n'aiment pas les *Découvertes d'outre-mer*, comme ſi la Vérité pouvoit être étrangere à aucun Pays, ont oſé dire dans ces derniers tems, que la Loi d'attraction en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, eſt une *Loi arbitrairement ſuppoſée*, & non

une Loi ſolidement établie & démontrée : que cette Loi ne peut être établie & vérifiée, que dans la ſuppoſition où nous connoîtrions aſſez bien les diſtances des Planetes au Soleil ; & que ces diſtances nous ſont encore inconnues : que parmi les différentes diſtances des Globes errans autour du Soleil, la mieux connue eſt ſans contredit la moyenne diſtance de la Terre à cet Aſtre ; & que cette moyenne diſtance de la Terre au Soleil, varie, chez les différens Aſtronomes, depuis deux millions juſqu'à cinquante millions de lieues.

Rien n'eſt moins ſolide & plus mal fondé, que les reproches & les chicanes que l'on oppoſe ici à l'Attraction newtoniene. (*Fig.* 4 & 27).

Il eſt faux d'abord, que la *Loi d'attraction*, ſoit une Loi arbitrairement ſuppoſée : puiſqu'elle eſt établie & démontrée, relativement aux Corps qui gravitent vers le centre de la Terre, par la théorie géométrique du Sinus verſe d'un Arc pris dans l'orbite de la Lune, Planete dont la diſtance à la Terre eſt aſſez bien connue ; & qu'elle eſt établie & démontrée de même, relativement aux Corps qui gravitent vers le centre du Soleil, par la géométrique théorie du Sinus verſe d'un Arc pris dans l'orbite de la Terre, Planete dont la diſtance au Soleil eſt auſſi trés-bien connue. (1272 & 1273).

Après une telle Découverte, rigoureuſement démontrée : pourquoi ne ſeroit-on pas ſolidement fondé à ſuppoſer la même Loi d'attraction, dans tous les différens Globes qui font leurs révolutions autour du Soleil ? Qu'aura-t-on de connu & de certain dans la Phyſique : ſi l'on en bannit le *Jugement d'analogie*, ſur lequel elle eſt toute fondée ? (*Mét.* 179).

Enſuite, quelles que ſoient les diſtances des Planetes au Soleil : il eſt conſtant, d'après les Obſervations aſtronomiques des deux derniers ſiecles, que les Pla-

netes ſont leurs révolutions autour du Soleil, en telle ſorte que les quarrés de leurs tems périodiques ſont entre eux comme les cubes de leurs diſtances. Or, de cette Obſervation il réſulte, d'après la géométrique théorie du Mouvement, que ces Planetes ſont animées chacune d'une Force centripete vers le Soleil, en raiſon inverſe des quarrés de leurs Rayons vecteurs. (1261 & 1304).

Donc, encore une fois, la *Loi d'attraction*, n'eſt pas une Loi ſuppoſée, mais une Loi démontrée. Donc, l'incertitude qu'il peut y avoir ſur la grandeur préciſe des diſtances des Planetes au Soleil, ne rend pas incertaine la Loi d'attraction; qui eſt démontrée indépendamment de la connoiſſance préciſe de ces diſtances.

Enfin, s'il y a eu un tems où la diſtance moyenne de la Terre au Soleil, de laquelle on doit déduire toutes les autres diſtances moyennes (1263), étoit très-mal connue des Aſtronomes : il eſt certain qu'aujourd'hui cette *moyenne diſtance de la Terre au Soleil*, eſt connue avec la plus grande exactitude que l'on puiſſe jamais attendre en ce genre.

Que l'on cherche donc cette moyenne diſtance de la Terre au Soleil, par le moyen de la Parallaxe de 8 ſecondes & 40 tierces (1221); & après l'avoir trouvée, après l'avoir confrontée avec la Diſtance & avec la Courbe des différentes Planetes (1273), on ceſſera de vouloir répandre ſur la *Loi d'attraction*, un Ridicule abſurde, dont elle n'eſt pas ſuſceptible; & qui ſe réfléchit toujours inévitablement vers la Source d'où il eſt parti. (39).

*FRIVOLES EXPÉRIENCES, QUE L'ON A OSÉ OPPOSER A CETTE QUATRIEME LOI D'ATTRACTION.*

1417. OBJECTION. Quoi ! On oſe encore mon-

trer au jour, l'*Attraction en raiſon inverſe des quarrés des diſtances* : depuis que tout le Monde ſait qu'elle a été enſevelie pour jamais au pied & au ſommet des Alpes, ſous une foule d'Expériences également ſenſibles & déciſives, qui feront époque dans la Phyſique, & dans l'Aſtronomie ! (*).

Ignore-t-on que de *deux Pendules à ſecondes*, parfaitement correſpondantes & exactes, celle qui a été placée au ſommet de la Montagne, a toujours avancé ſur celle qui étoit placée au pied; & que le nombre de Secondes battues par la *Pendule ſupérieure*, a toujours été au nombre de Secondes battues par la *Pendule inférieure*, environ comme le Rayon terreſtre aboutiſſant à la Pendule ſupérieure, eſt au Rayon terreſtre aboutiſſant à la Pendule inférieure ? *Fig.* 67).

En ne faiſant attention ici, dans ces deux Horloges portatives, qu'*aux deux Pendules compoſés PS & PI*, dont les Oſcillations y battoient & y marquoient les Secondes : cette Expérience, ou plutôt cette ſuite d'Expériences toutes uniformes, ne demontre-t-elle pas évidemment, que *la Peſanteur eſt plus grande dans le Pendule ſupérieur PS*, plus éloigné du centre de la Terre, que dans le Pendule inférieur PI, plus voiſin du centre de la Terre (251); & que cette Peſanteur, loin d'être en raiſon inverſe des quarrés des diſtances au centre de gravitation, eſt *en raiſon directe des Diſtances* au centre de gravitation ?

Qu'auroient à dire les Newton & les Huyghens eux-mêmes, contre des Expériences auſſi triomphan-

(*) NOTE. On peut voir le détail hiſtorique de ces fameuſes Expériences, qui ont été faites ſur trois ou quatre Montagnes des Alpes, & qui ſont toutes d'accord à établir les Faits & à donner les Réſultats dont il eſt ici queſtion, dans le Journal des beaux Arts & des Sciences, ci-devant *Journal de Trévoux*. On les trouvera dans le Journal de Juin 1769 & dans le Journal de Décembre 1771.

tes, contre des Faits auſſi palpables & auſſi déciſifs; qui battent en ruïnent & qui renverſent de fond en comble, toute leur *impoſante Théorie de l'Attraction:* Théorie très-légérement adoptée par tout ce qu'il y a de plus grands Géométres, de plus profonds Phyſiciens, de plus fameux Aſtronomes, depuis Newton juſqu'à nos jours?

EXPLICATION I. Les Expériences des Alpes; qu'un certain Fanatiſme antiphiloſophique accueillit avec tant d'éclat, il y a environ dix-huit ans, ne durent leur célébrité qu'*aux fauſſes Conſéquences* qu'eut le malheur d'en tirer une inconſidérée Précipitation: Conſéquences qui ne tendoient à rien moins qu'à renverſer toute la géométrique Théorie des Newton & des Huyghens ſur les Forces centrales; toute la géométrique Théorie des Galilée ſur l'accélération des Graves; les deux fameuſes Loix de Képler, ou les deux Loix fondamentales de tous les Mouvemens céleſtes; toutes les Meſures aſtronomiques & géométriques qui ont ſervi de baſe & de fondement aux plus célebres Géometres de ce ſiecle, pour déterminer la Figure de la Terre. (*Fig.* 67).

Il me ſemble que, ſi j'avois été l'auteur de ces Expériences des Alpes, j'aurois mieux aimé ſuſpecter obſtinément l'*exactitude de toutes les Pendules du Monde;* que de m'inſcrire en faux contre des *Vérités établies & démontrées* par tout ce qu'a de plus ſublime & de plus profond, la plus rigoureuſe Géométrie.

Mais n'inculpons point ici les deux Pendules portatives qui ont ſervi à ces Expériences. Ces Pendules ont eu ou ont dû avoir, du moins pour le fonds des choſes, les divers Mouvemens dont fait mention la préſente Objection. En les ſuppoſant l'une & l'autre parfaitement exactes & correſpondantes en un même lieu: celle qui a été portée & placée au ſommet de

la Montagne en PS, a dû avancer ſur celle qui eſt reſtée au pied de la même Montagne en PI.

S'enſuit-il delà, que la *peſanteur des Corps*, ſoit plus grande au ſommet de la montagne, qu'au pied de la même montagne; & que la peſanteur des Corps, ſoit en *raiſon directe de leurs Rayons vecteurs* ? C'eſt la fauſſe conſéquence que l'on a tirée de cette Expérience; & le frivole fondement ſur lequel on s'eſt déterminé à reléguer la fameuſe *Loi d'attraction*, dans la claſſe des Chimeres, d'où elle eſt, dit-on, ſortie.

Pour diſſiper pleinement tous les nuages qu'ont pu faire naître les Expériences des Alpes: nous allons mettre ici ſous les yeux de nos Lecteurs, & l'hiſtoire de la *Découverte de cette Loi*; & les fauſſes Inductions que l'on tire de l'Expérience des Alpes, contre cette Loi.

## *DÉCOUVERTE DE NEWTON.*

EXPLICATION II. Tout le monde ſait, mais il eſt à propos de rappeller ici à tout le monde, comment fut trouvée & connue la *fameuſe Loi d'Attraction en raiſon inverſe des quarrés des diſtances*. Il n'y a peut-être point de Découverte, qui faſſe autant d'honneur à l'Eſprit humain. (*Fig.* 67).

I°. Un ſavant Académicien françois, M. Richer, porte en Cayenne un *Pendule à ſecondes*, qui étoit parfaitement exact à Paris; & ce Pendule, ſans avoir ſouffert aucun dérangement, a beſoin d'être raccourci en Cayenne, pour redevenir exact. (252).

La ſingularité de cette Expérience, fit paſſer de Paris & de Londres vers les différentes Régions méridionales, une foule de Pendules à ſecondes, dont l'exactitude étoit bien conſtatée; & tous ces Pendules PS & PI eurent beſoin d'*être raccourcis* dans les Régions plus méridionales, pour y battre exactement les ſecondes; & d'être d'autant plus raccourcis,

qu'ils étoient plus près de l'Equateur.

Depuis lors, on a trouvé que les Pendules à ſecondes, parfaitement exacts à Paris & à Londres, avoient beſoin d'*être alongés* au fond du Nord, ſous le Cercle polaire, pour y être exacts.

II°. De l'Obſervation faite en Cayenne & confirmée dans toutes les Régions méridionales, que conclut Newton ? Il en conclut, ce qu'en concluront toujours d'après lui, tous les vrais Phyſiciens; que *la peſanteur des Corps, eſt plus petite vers l'Equateur, qu'en France.* (251).

Inſtruit & perſuadé que la Terre tourne chaque jour ſur ſon Axe; & que cette révolution diurne doit donner à la Terre, un renflement vers l'Equateur & un applatiſſement vers les Poles (255 & 1373), que conclut encore Newton de cette Révolution & de cette Figure de la Terre ? (*Fig.* 61).

Il en conclut que la peſanteur des Corps eſt plus petite, à l'extrémité des Rayons plus grands CA vers l'Equateur; plus grande, à l'extrémité des Rayons plus petits CO ou CH en France : ou que les *Corps diminuent en peſanteur*, en s'éloignant du centre de leur gravitation; *augmentent en peſanteur*, en s'approchant de leur centre de gravitation.

III°. Mais *ſelon quèl Rapport* ſe fait cette augmentation & cette diminution de peſanteur dans les Corps, à meſure qu'ils s'approchent ou qu'ils s'éloignent de leur centre de gravitation ?

C'eſt ce que Newton ſe garda bien d'aller chercher au ſommet & au pied ou des Alpes ou des Monts de la Lune ou du Pic de Ténériffe. Il ſavoit trop bien que chercher ainſi ſelon quel rapport varie la *peſanteur des Corps*; ce ſeroit comme chercher le rapport du diametre à la circonférence du Cercle, à l'aveugle & à tâtons, un fil à la main.

Que fit-il donc, pour découvrir cette *Loi variable*

*de*

*de la Peſanteur ?* Il fit une des plus belles Opérations qu'ait jamais imaginé le génie : il entreprit & il vint à bout de *peſer la Lune* (1272) ; & il démontra que la Lune A, éloignée de ſoixante Rayons terreſtres du centre de la Terre T, peſoit 3600 fois moins qu'elle ne peſeroit ; ſi, poſée ſur la Surface terreſtre, elle n'étoit éloignée du centre de la Terre, qui eſt évidemment ſon centre de gravitation, que d'un Rayon terreſtre. (*Fig.* 27).

Delà réſulta & réſulte encore démonſtrativement, la *Loi de gravitation en raiſon inverſe des quarrés des diſtances.* (1416).

Qu'il y avoit loin de l'Obſervation faite en Cayenne, à la Découverte qu'elle donna occaſion de faire au grand Newton !

### *EXPÉRIENCES DES ALPES.*

RÉPONSE. Mais cependant que répondroit Newton aux Expériences qu'on lui oppoſe dans la précédente Objection ; & qui ſemblent détruire de fond en comble, la *Loi par lui découverte & démontrée ?*

Avare de ſon tems, & ennemi des vaines diſputes & des mauvais raiſonnemens, comme il le fût toujours ; vraiſemblablement il ne répondroit rien, mais ce ne ſeroit pas faute de Réponſes ſolides & triomphantes à donner.

I°. Il pourroit répondre d'abord, qu'il ſeroit bien ſingulier qu'une Loi qui n'eſt qu'une conſéquence évidente de toute la théorie phyſique & géométrique du Mouvement (1304) ; qu'une Loi qui n'eſt qu'une dépendance manifeſte de la premiere Loi de Képler, ou d'une des deux Loix fondamentales de toute la Nature (1260) ; qu'une Loi qui s'obſerve & ſe vérifie conſtamment & perſévéramment dans la révolution de tous les Globes céleſtes qui font leurs Révolutions périodiques autour du Soleil & qui ſont en priſe aux

Obſervations aſtronomiques (1273), fût une *Loi imaginaire & fabuleuſe.* (Fig. 4).

II°. Il pourroit répondre encore, qu'il ne ſeroit pas moins ſingulier, qu'une Loi conſtatée & vérifiée dans le Ciel par toutes les *Obſervations aſtronomiques*, conſtatée & vérifiée du moins en gros ſur la Terre par une *infinité d'Expériences* faites par les plus grands Phyſiciens & par les plus grands Géometres du Monde, depuis le Cercle polaire juſques ſous l'Equateur, depuis les bords de la Mer du Pérou juſqu'au ſommet des plus hautes Montagnes des Cordillieres, allât ſe trouver fauſſe, comme on dit, à propos de bottes, au pied & au ſommet des Alpes. (*).

(*) NOTE. Meſſieurs Bouguer & de la Condamine, dans leur fameux voyage au Pérou, ont obſervé que le *Pendule à ſecondes P S*, étoit plus court au niveau de la Mer ſous l'Equateur, qu'au niveau de la Mer en France: donc la *Peſanteur de ce Pendule*, étoit moindre ſous l'équateur qu'en France. (252).

Ils ont obſervé enſuite, qu'à Quito, à environ quinze cens toiſes d'élévation perpendiculaire au-deſſus du niveau de la Mer du Pérou, ce même Pendule à ſecondes, étoit encore plus court qu'au niveau de la Mer: donc la peſanteur de ce Pendule, étoit moindre à Quito, qu'aux bords de la Mer. (*Fig.* 67).

Ils ont obſervé enfin, que ſur le ſommet pierreux du Pichincha, qui a au moins 2434 toiſes d'élévation perpendiculaire au-deſſus du niveau de la Mer, & qui eſt à peu près la plus haute Station où les Humains puiſſent faire des expériences & des obſervations, le même Pendule PS étoit encore un peu plus court qu'à Quito: donc la peſanteur de ce Pendule, étoit moindre au ſommet de Pichincha qu'à Quito.

On peut voir le détail de ces Obſervations expérimentales, dans l'Ouvrage de M. Bouguer, intitulé: *Figure de la Terre*, & précédé d'une Relation du voyage du Pérou: pages xl, 334, 336, 338, 342, &c.

Tout le Monde ſait que Meſſieurs de Maupertuis, le Camus, Clairaut, ont obſervé dans le même tems, que le *Pendule à ſecondes PS*, eſt plus long ſous le Cercle polaire qu'en

III°. Il pourroit répondre enſuite, qu'il ſeroit bien plus ſingulier encore, que la nouvelle Loi de gravitation, que l'on voudroit ſubſtituer à la Loi par lui découverte & démontrée, fût vraie & réelle : puiſque la *Peſanteur étant en raiſon directe des Rayons*, ou des diſtances au centre de gravitation, comme l'ont imaginé ou conclu les Auteurs des expériences des Alpes :

Il faudroit d'abord que la *peſanteur de la Lune A vers la Terre T*, au lieu d'être d'environ quinze pieds par minute, ainſi que l'exige la Nature de la Courbe qu'elle décrit, fût de ſoixante fois 15 pieds ou de 900 pieds, par ſeconde ; fût de 3600 × 900 pieds ou de 3240000 pieds, par minute. (*Fig.* 27) :

Il faudroit enſuite que la *peſanteur de Saturne vers le Soleil*, fût à la peſanteur de Mercure vers le Soleil ; comme la diſtance de Saturne au Soleil, eſt à la diſtance de Mercure au Soleil ; & par conſéquent, qu'étant donnée une portion déterminée de l'Orbite de Saturne & de Mercure, par exemple, un *Arc de mille lieues de longueur*, la quantité de courbure fût immenſement plus grande dans la Courbe de Saturne, que dans la Courbe de Mercure : ce qui eſt évidemment faux & abſurde. (*Fig.* 4).

Il eſt clair que l'on ne peut ſe tirer de cette abſurdité palpable, qu'en ſe jettant dans une autre abſurdi-

France. Ainſi toutes les Obſervations céleſtes & terreſtres, s'accordent à détruire les *fauſſes Conſéquences* que l'on a trop précipitamment tirées des Expériences des Alpes.

M. Bouguer ſe plaint dans l'Ouvrage que nous venons de citer, que non-ſeulement on a défiguré quelques-unes de ſes Expériences, mais qu'on lui en a attribué qui ſont totalement ſuppoſées. C'eſt peut-être ce qui a donné lieu à quelques Ecrivains modernes, de dire fauſſement que, ſelon cet Auteur, la Peſanteur eſt plus grande à Quito & ſur le Pichincha, qu'aux bords de la Mer.

té, qui consisteroit à dire que la *théorie de Galilée* sur l'accélération des Graves, est fausse ; & que les espaces parcourus au bout d'un tems donné, d'une minute, par exemple, au lieu d'être comme les *quarrés des Tems*, sont dans on ne sait quel absurde Rapport, dans un rapport diamétralement opposé au Rapport vrai & naturel. (371).

IV°. Il pourroit répondre de plus, qu'il n'est pas moins singulier que l'on ose donner comme propres à renverser & à détruire de fond en comble, la *Loi par lui découverte & démontrée*, des Expériences qui dans le fonds ne sont qu'une conséquence & une dépendance de cette même Loi : comme il étoit si facile de l'appercevoir.

Car, sans avouer & sans nier l'exactitude des Expériences dont il est ici question, exactitude qui dépend d'une infinité d'attentions & de précautions que l'on aura prises sans doute : il est certain que la pesanteur des Corps qui gravitent vers le centre de la Terre, étant supposée *en raison inverse des quarrés de leurs Distances respectives à ce centre de la Terre ;* le Pendule supérieur PS doit faire plus de vibrations dans un tems donné, que le Pendule inférieur PI ; & pourquoi ? Le voici. (*Fig.* 67).

Prenons dans les Alpes deux Stations S & I, l'une au pied & l'autre au sommet d'une Montagne ; & plaçons successivement dans ces deux Stations un *même Pendule à secondes*, qui dans ses oscillations décrive des Arcs *n n* ou *m m*, d'une grandeur toujours constante. (251).

Que la Station supérieure ait en nombres ronds, mille toises de hauteur perpendiculaire au-dessus de la Station inférieure ; & que la Station inférieure soit éloignée du centre de la Terre, de 3269985 toises, qui mesurent la grandeur du *moyen Rayon terrestre*, ou du Rayon terrestre en France & dans les Alpes (1377).

La gravitation ou la peſanteur ou la force accélératrice d'un même Pendule, étant ſuppoſée toujours en raiſon inverſe du quarré de ſa diſtance actuelle au centre de la Terre : la gravitation du Pendule placé en PS au ſommet de la Montagne, ſera à la gravitation du même Pendule placé en PI au pied de la Montagne ; comme le quarré de 3269985, eſt au quarré de 3269985 + 1000.

Si l'on compare l'un à l'autre, les quarrés de ces deux diſtances, ou de ces deux nombres 3269985 & 3270985 : on trouvera que le premier quarré eſt au ſecond, comme $1069 \times \frac{2801900125}{1000000000}$ eſt à $1069 \times \frac{6141885225}{1000000000}$ ; ou environ comme 3000 eſt à 3001.

La *gravitation du Pendule ſupérieur PS*, ſera donc plus petite que celle du Pendule inférieur PI, d'une trois-millieme partie : c'eſt-à-dire, que le Pendule ſupérieur, qui ne perd à raiſon de ſon plus grand éloignement, qu'*un trois-millieme de ſa Force accélératrice*, devroit faire dans un Vide parfait, toutes choſes étant égales d'ailleurs, 3000 Oſcillations ; tandis que le Pendule inférieur dans le même Vide parfait, feroit 3001 Oſcillations. (*Fig.* 67).

Mais le Pendule ſupérieur fait ſes Oſcillations dans un *Air beaucoup moins denſe* que l'Air dans lequel fait ſes oſcillations le Pendule inférieur : le premier éprouve donc beaucoup moins de réſiſtance que le dernier. Comparons l'une à l'autre, ces deux réſiſtances de l'Air ; & faiſons voir & ſentir que le *Pendule ſupérieur*, malgré l'infiniment petite diminution de ſa Gravitation ou de ſa Force accélératrice, doit achever chacune de ſes Vibrations *nn*, plus tôt ou en moins de tems, que le Pendule inférieur ; & par conſéquent, que le Pendule ſupérieur, dans un tems donné, doit faire *plus de Vibrations*, que le Pendule inférieur.

On ſait que l'Air diminue de plus en plus en denſité, à meſure qu'il s'éloigne de plus en plus de la

ſurface de la Mer & de la Terre (738). Supppoſons que la Colonne aérienne qui aboutit au pied de la Montagne, & dans laquelle le Pendule inférieur fait ſes Oſcillations, ſoutienne une Colonne de mercure à *vingt-huit pouces de hauteur :* la Colonne aérienne, qui aboutit au ſommet de la Montagne de mille toiſes de hauteur perpendiculaire, ne ſoutiendra plus qu'une Colonne de mercure d'un peu moins de *vingt-trois pouces de hauteur.* (739).

La *denſité de l'Air* dans lequel ſe font les oſcillations du Pendule ſupérieur, eſt donc à la denſité de l'Air dans lequel ſe font les oſcillations du Pendule inférieur, environ comme 23 eſt à 28 ; & à peu près comme 5 eſt à 6 : c'eſt à-dire, que le Pendule inférieur éprouve de la denſité de l'Air, une réſiſtance comme 6; tandis que le Pendule ſupérieur n'éprouve qu'une réſiſtance comme 5 & un peu moins. Le Pendule ſupérieur, qui ne perd qu'*un trois-millieme* de ſa force accélératrice, & qui éprouve *un ſixieme de moins de réſiſtance* de la part de l'Air environnant, peut donc gagner plus qu'il ne perd, en facilité de faire ſes oſcillations.

Pour que les Expériences que l'on objecte contre la *Loi de gravitation* en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, fuſſent concluantes & déciſives : il faudroit qu'elles euſſent été faites dans le Vide. Nous n'aſſurons pas que cette précaution ſoit ſuffiſante : mais nous avançons avec certitude, qu'elle eſt abſolument néceſſaire.

Les Expériences que l'on a faites ſur les *Pendules à ſecondes*, en Cayenne, en France, ſous le Cercle polaire, ſur les bords de la Mer du Pérou, n'ont point été faites, il eſt vrai, dans le Vide : mais elles ont été faites ou au niveau de la Mer, ou à des hauteurs peu conſidérables au-deſſus du niveau de la Mer, dans un Air qui ſoutient par-tout le mercure à environ

vingt-huit pouces de hauteur. On peut donc, dans ces Expériences, ſuppoſer ſenſiblement égale la réſiſtance de l'Air en Cayenne, en France, ſous le Cercle polaire, aux bords de la Mer du Perou ſous l'Equateur; & comparer entre elles ſimplement les vibrations *nn* ou *mm* des Pendules, dans ces différentes Contrées.

Mais quand les Expériences des Pendules, ſont faites à des hauteurs notablement différentes au-deſſus du niveau de la Mer; il eſt clair qu'il faut avoir égard au plus & au moins de réſiſtance, qu'oppoſent les Milieux où ſe font les Vibrations *nn* & *mm*: puiſqu'il eſt clair, par exemple, qu'une Force comme 100, détruite en partie par une Réſiſtance *nn* comme 10, peut l'emporter ſur une force comme 101, en partie détruite par une Réſiſtance *mm* comme 13; & ainſi du reſte. (*).

(*) NOTE. M. Coultaud, premier Auteur des Expériences dont il eſt ici queſtion, & ancien Profeſſeur de Phyſique à Turin, nous apprend que dans la Station inférieure I, le Barometre, placé auprès de la Pendule, marquoit 27 pouces 6 lignes; & que dans la Station ſupérieure S, le Barometre, placé auprès de l'autre Pendule, marquoit 19 pouces 8 lignes. La denſité & la réſiſtance de l'Air, dans ces deux différentes Stations, étoient donc environ comme 4 eſt à 3: c'eſt-à-dire, que dans la Station ſupérieure, le Pendule éprouvoit environ un quart de moins de réſiſtance de la part de l'Air dans lequel il faiſoit ſes vibrations. (*Fig.* 67).

M. Bouguer ne compte pour rien la réſiſtance de l'Air, dans les différentes Expériences qu'il fit avec ſon *Pendule à ſecondes*. Mais le Pendule de cet Académicien, étoit un Pendule à vibrations décroiſſantes *nn* & *rr*, qui ne reſſembloit en rien aux Pendules à vibrations uniformes, qui ont été employés dans les Expériences des Alpes. Dans le Pendule de l'Académicien François, la réſiſtance plus ou moins grande de l'Air, n'aboutiſſoit qu'à rendre plus courts ou plus longs les Arcs aſcendans & deſcendans de chaque Vibration toujours décroiſſante *n n*, *r r*: ſans retarder & ſans accélérer la

V°. Il pourroit répondre enfin, qu'il ne ſeroit pas abſolument impoſſible, ſelon la théorie même de l'Attraction en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, que la *Peſanteur réelle & abſolue* ſe trouvât par haſard plus grande dans le Pendule ſupérieur PS, que dans le Pendule inférieur PI. (*Fig.* 67).

Car, en ſuppoſant entre ces deux Pendules, une Montagne très-grande & très-denſe: il eſt clair que l'*Attraction particuliere de cette Montagne*, à raiſon de ſa très-grande denſité & de ſa très-grande proximité, devra augmenter réellement la peſanteur du Pendule ſupérieur, & diminuer réellement la peſanteur du Pendule inférieur. (1422 & 1423).

En ſuppoſant ici ce que nous ne croyons aucunement vraiſemblable, ſavoir, que la Peſanteur réelle & abſolue eût été plus grande dans le Pendule ſupérieur PS des expériences des Alpes: un ſavant Académicien, M. d'Alembert, dans un Mémoire très-court, a fait voir que ſi on ſuppoſe une Chaîne de Montagnes d'une figure quelconque, & dont l'étendue ſoit beaucoup plus grande que leur hauteur; la peſanteur ſera la même au pied & au ſommet de ces Montagnes, ſi leur *Denſité moyenne* eſt ſeulement d'un tiers plus grande que la Denſité moyenne du Globe terreſtre; & qu'en ſuppoſant que la denſité moyenne des Montagnes où ont été faites les Expériences des Alpes, ſoit à la denſité moyenne du Globe terreſtre, à peu près comme 8 eſt à 3: les Pendules ſupérieurs devront avoir ſur les Pendules inférieurs, la *quantité d'Accélération*, que ces Expériences ont donnée.

durée de chaque vibration dans un Arc plus ou moins grand. Dans les Pendules des deux Horloges des Alpes, un air plus denſe devoit rendre plus difficile & plus longue chaque vibration dans un arc aſcendant ou deſcendant toujours de même grandeur *m m* ou *n n*.

1417. II°. REMARQUE. On voit ici que s'il eſt très-utile de faire des Expériences nouvelles ou de répéter des Expériences anciennes : il faut bien ſe garder d'adopter trop légérement les *Conſéquences trop précipitées* qu'en tirent quelquefois leurs Auteurs, éblouis par la nouveauté réelle ou imaginaire de leur Découverte.

Un Ecrivain moderne, qui a cru voir la *ruine complette de l'Attraction newtoniene*, dans les Expériences des Alpes, obſerve & nous apprend que ces expériences des Alpes, ont ouvert & ouvrent encore tous les jours les yeux à une infinité de Défenſeurs de l'Attraction phyſique : que l'on voit paroître de tous côtés des Ecrits, où ceux de ces Phyſiciens qui n'ont pas la petite vanité d'avoir honte de revenir ſur leurs pas, ſe rendent en foule à l'Impulſion.

La petite Exhortation qui ſuit cette Obſervation, & dont l'application pourroit être plus heureuſe, eſt tout à fait touchante : « Et de quoi en effet pour-» roient-ils avoir honte ? Si la premiere gloire eſt de » ne pas ſe tromper : c'en eſt du moins une de ſe ré-» tracter, dès qu'on connoît ſon erreur. Cette pre-» miere gloire même n'eſt la premiere, que pour le » tems : la ſeconde remporte deux Victoires, l'une ſur » l'Erreur, l'autre ſur l'Amour propre ».

Si quelques Partiſans de l'Attraction newtoniene, ſe ſont un peu trop preſſés d'acquérir la *ſeconde gloire* dont fait mention l'Exhortation précédente : il leur reſte à profiter de cette même exhortation, pour acquérir une *troiſieme gloire*, qui l'emportera encore ſur les deux précédentes ; celle de rétracter bien vîte *leur Rétractation*.

Les *Expériences des Alpes*, faiſoient le plus grand bruit, au tems où la premiere Edition de ce Cours complet de Phyſique, étoit ſur le point de paroître. Cette Edition parut, annonçant dans ſa Préface, une

Réfutation complette des fauſſes Inductions que l'on s'efforçoit de tirer de ces Expériences, contre la théorie de l'Attraction; & depuis lors, nous n'en avons plus entendu parler.

### *DIVERS RÉSULTATS OU COROLLAIRES.*

1418. COROLLAIRE I. *La Force attractive d'un Corps, eſt ſa maſſe diviſée par le quarré de ſa diſtance au Corps attiré.* (Fig. 47).

EXPLICATION. Ce premier Corollaire eſt une ſuite évidente & de la premiere & de la quatrieme Loi que nous venons de démontrer.

Ainſi, quand *deux Corps A & B* en attirent un troiſieme; on peut comparer entre elles, les deux Forces attractives, par cette analogie: la Force attractive d'un Corps A, eſt à la Force attractive d'un autre Corps B; comme la maſſe du premier diviſée par le quarré de ſa diſtance au Corps attiré C, eſt à la maſſe du ſecond diviſée par le quarré de ſa diſtance au même attiré. Et en ſtyle algébrique, $F.f :: \frac{M}{DD} \cdot \frac{m}{dd}$. D'où il s'enſuit:

I°. Qu'un fort petit Corps avec peu de diſtance, peut avoir plus de *Force attractive* à l'égard du Corps attiré D, qu'un Corps A d'une maſſe incomparablement plus grande avec une très-grande diſtance.

II°. Que les diſtances BD & AD étant égales: les Forces attractives ſont entre elles comme les maſſes B & A.

III°. Que les Maſſes étant égales: les Forces attractives ſont en raiſon inverſe des quarrés de leur diſtance au Corps attiré D.

On conçoit par-là, comment le Soleil étant placé en A, la Terre en D, la Lune en *b*: la Lune pourra avoir plus de Force attractive à l'égard de la Terre

D, que n'en a le Soleil A immenſement plus grand, mais immenſement plus éloigné du Corps attiré, qui eſt ici la Terre D.

1419. COROLLAIRE II. *L'Attraction active ou la Force attractive de chaque élément de Matiere, étant en raiſon inverſe du quarré de ſa diſtance du Corps attirant : un Corpuſcule P placé hors d'une Sphere C, ſera attiré au centre de cette Sphere ; de la même maniere qu'il le ſeroit, ſi toute la matiere qui compoſe la Sphere attirante, étoit condenſée ou compénétrée dans le centre C de cette Sphere.* (Fig. 48).

EXPLICATION. I°. Suppoſons d'abord toute la matiere de la Sphere attractive ABDE, réunie & compénétrée dans le centre C. Le *Corpuſcule P* ſera attiré en C par la ſomme de tous les Elémens de matiere qui forment cette Sphere : Elémens dont toutes les *Forces attractives* ſeront égales, à cauſe de l'égalité & de leur maſſe & de leur diſtance du Corps attiré P.

II°. Suppoſons enſuite que tous ces Elémens, réunis & compénétrés en C, s'épanouiſſent en une Sphere ABDE, autour du centre C ; les uns s'approcheront, & les autres s'éloigneront du *Corpuſcule attiré P.*

Autant que les parties antérieures ABD de la Sphere, augmenteront en Force attractive, en s'approchant du Corpuſcule attiré P : autant les parties poſtérieures AED de la même Sphere, diminueront en Force attractive, en s'éloignant de ce même Corpuſcule D.

Le Corpuſcule P ſera donc encore attiré par la Sphere, comme ſi toute la matiere de cette Sphere étoit réunie & compénétrée dans le centre C.

III°. Quoique l'Action attractive des Elémens *m n*, AD, *r s*, ſoit oblique relativement au Corpuſcule attiré P : cependant comme tous ces divers élémens ſont reſpectivement à égale diſtances du Centre C, à

égale distance du Corpuscule P; le *Mouvement d'attraction PC*, s'effectuera toujours par une infinité de Diagonales, qui toutes se confondront avec le Diametre BCE; & le Corpuscule P n'étant pas plus attiré vers A que vers D, vers *m* que vers *n*, vers *r* que vers *s*, tendra par la Diagonale PC, vers le centre C de la Sphere.

IV°. Il résulte delà, qu'en estimant la *distance de deux Globes qui s'attirent:* il faut compter les distances, non depuis les surfaces, mais depuis les centres de ces deux Globes.

1420. COROLLAIRE III. *Si le Corps attirant, au lieu d'être une Sphere ou un Globe parfait, est un Spheroïde ABA, renflé dans un sens & applati dans l'autre: un Corpuscule P placé hors de ce Spheroïde entre le renflement & l'applatissement, sera attiré vers l'axe du Spheroïde, dans un Point placé hors du centre C.* (Fig. 50).

EXPLICATION. L'*Attraction active* étant toujours supposée en raison inverse du quarré de la distance, dans chaque Elément de matiere; si le Sphéroïde AB étoit *une Sphere* ou un Globe parfait:

I°. Le *Corpuscule P* graviteroit vers le centre C, comme dans le Corollaire précédent; en vertu des Forces attractives *nn*, *mm*, *rr*, également éloignées & également obliques relativement à ce Corpuscule attiré P.

II°. Mais la portion A & la portion B, saillantes hors du Globe *rmnmr*, n'exercent pas & ne doivent pas exercer une égale Attraction active sur le Corpuscule attiré P. Car il est clair que les parties attractives placées en A, sont & moins éloignées & plus directes par rapport au Corpuscule attiré P; que ne le sont les parties attractives placées en B.

Le Corpuscule P sera donc plus fortement & plus efficacement attiré du côté de A, que du côté de B.

Sa *Gravitation*, effet de cette Attraction active, ne le portera donc point au Centre C, à égale distance des points A & B; mais vers un *Point D*, hors du centre, & plus près de A que de B.

III°. On voit ici pourquoi *les Corps terrestres ne gravitent pas par-tout exactement vers le centre de la Terre*: comme nous l'avons déjà observé ailleurs. (1374).

Le renflement de l'Equateur & l'applatissement des Poles, qui font de la Terre un *vrai Sphéroïde*, plus ou moins régulier, en sont la cause physique. (1373).

La *direction de la Gravitation*, ne doit tendre au centre précis du Sphéroïde terrestre, que sous l'Equateur & sous les Poles: dans toute position quelconque, prise entre l'équateur & les poles du Sphéroïde terrestre, la Gravitation doit avoir sa direction vers un Point de l'axe terrestre, entre l'Equateur & le Pole voisin.

1420. II°. REMARQUE. Si on demande ici, *pourquoi la gravitation des Corps terrestres, est par-tout perpendiculaire à l'Horison sensible*; ainsi que le démontrent les Observations expérimentales: il est facile d'en rendre raison, d'après la théorie de l'Attraction active. (*Fig.* 50).

I°. Soit $v\,x\,y$, une portion très-petite de la surface de la Mer, vers laquelle gravite le Corpuscule P: qui sera, si l'on veut, une Bombe livrée à la seule pesanteur.

Les trois Elémens aqueux $v\,x\,y$, voisins & contigus, en vertu de l'Attraction active que la Sphéroïde terrestre exerce sur eux, ainsi que sur le Corpuscule P, se mettent en équilibre sur la surface des eaux, à une plus ou moins grande distance du centre de la Terre; & forment l'Horison sensible du Point $x$, qui occupe le milieu de cette petite surface aqueuse.

II°. Le Corpuſcule P, qui ſe trouve en priſe à la même Attraction active que l'Elément aqueux $x$, a néceſſairement vers le Sphéroïde terreſtre, la même tendance que cet élément aqueux $x$.

Le Corpuſcule P, en vertu de ſa Gravitation, tendra donc néceſſairement en $x$; & la direction de ſa gravitation, ſera néceſſairement perpendiculaire à l'horiſon ſenſible du Point $x$; ou à la petite ſurface plane que forment les Elémens aqueux $vy$, contigus à l'Elément $x$.

1421. COROLLAIRE IV. *Si un Corpuſcule eſt contigu à deux ſurfaces de Spheres inégales & homogenes: la force avec laquelle ce Corpuſcule ſera attiré de part & d'autre par ces deux Spheres, ſera comme les rayons de ces Spheres.* (Fig. 54).

EXPLICATION. Les *Forces attractives de deux Corps attirans*, abſtraction faite de leur diſtance du Corps attiré, ſont proportionnelles à leurs maſſes. (1412).

Or, dans deux Spheres homogenes & inégales, les maſſes ſont comme les cubes des rayons. Donc les Forces attractives de ces deux Spheres, ſeroient auſſi entre elles, comme les cubes de leurs rayons. (*Math.* 622).

Mais dans deux Spheres A & $a$ qui ſe touchent, ou qui touchent un même Corpuſcule $m$ placé entre elles; le centre d'activité des deux Forces attractives eſt, non la ſurface, mais le centre même A & $a$ des Spheres. (1419).

Donc les Forces attractives de ces deux Spheres, relativement au Corpuſcule $m$, contigu à leur ſurface, ſeront comme les cubes de leurs Rayons reſpectifs, diviſés par les quarrés de ces mêmes rayons (1416); & par conſéquent, comme ces *Rayons reſpectifs*: puiſqu'un Cube, diviſé par ſa ſeconde Puiſſance, donne évidemment un Quotient égal à ſa

Racine, qui eſt ici le Rayon de la Sphere; & que $\frac{RRR}{RR} = R$. (*Math.* 106).

### *OBJECTIONS A RÉFUTER.*

1422. OBJECTION I. S'il eſt vrai que *l'Attraction des Corps eſt mutuelle*, & que tous les Corps s'attirent réciproquement: deux Globes contigus ſur un Plan horiſontal, devroient oppoſer une réſiſtance à leur ſéparation; deux Globes poſés l'un auprès de l'autre ſur le même Plan horiſontal, devroient tendre l'un vers l'autre juſqu'à leur contiguité. Or, les deux premiers Globes n'oppoſent aucune réſiſtance à leur ſéparation; & les deux derniers ne s'approchent jamais l'un de l'autre, quelque petit que ſoit l'intervalle qui les ſépare.

Donc la *Vertu attractive des Corps*, s'évanouit; quand on la confronte de près avec l'expérience. Donc la Vertu attractive des Corps, n'eſt qu'une *Cauſe imaginaire & fabuleuſe*, qu'il faut bannir de la Phyſique.

RÉPONSE. Nous avons déjà démontré que l'Attraction exiſte; que l'Attraction eſt mutuelle entre tous les Corps. Démontrons maintenant que l'Expérience n'a rien d'oppoſé à l'exiſtence & à l'influence de l'Attraction; & qu'une Difficulté que Newton s'eſt faite & qu'il n'a point jugé importante, ne doit point inſpirer tant de confiance à ſes Adverſaires.

I°. Selon la théorie même de l'Attraction & ſelon les démonſtrations qui l'expliquent & qui l'établiſſent: la *Vertu attractive des Corps terreſtres entre eux*, doit être comme infiniment petite & par-là même comme nulle, en comparaiſon de la Vertu attractive que la maſſe entiere de la Terre exerce ſur ces mêmes Corps.

Pour le mieux faire ſentir: concevons le Globe terreſtre T, d'une part; un Globe *a*, de même denſité

que la Terre & d'un pied de diametre, de l'autre; & un Corpuſcule *b*, contigu à ces deux Globes, & attiré par l'un & par l'autre. (*Fig.* 51).

Dans cette hypotheſe, le Corpuſcule *b* tendra vers le centre du Globe d'un pied de diametre, avec une force qui ſera à celle par laquelle il tend vers le centre de la Terre; comme le Rayon *b a* du petit Globe, eſt au Rayon *b* T de la Terre; c'eſt-à-dire, comme 1 eſt à 39239820: puiſque le premier nombre exprime le diametre du petit Globe *a*; & que le ſecond nombre exprime le moyen diametre de la Terre. (1421 & 1377).

La tendance de ce Corpuſcule *b* vers le Globe d'un pied de diametre, eſt donc près de quarante millions de fois moindre, que ſa tendance vers le Globe terreſtre, qui eſt déjà ſi petite. Eſt-il donc bien étonnant, que nous ne puiſſions pas l'appercevoir?

II°. On conçoit aiſément, d'après cette théorie de l'Attraction, comment *deux Globes A & B contigus ſur un Plan horiſontal*, ne doivent point, en vertu de leur Attraction réciproque, oppoſer une réſiſtance ſenſible à leur ſéparation: comment *deux Globes poſés l'un auprès de l'autre, ſur un Plan horiſontal*, ne doivent point, en vertu de leur Attraction réciproque, tendre ſenſiblement comme d'eux-mêmes, l'un vers l'autre.

La raiſon en eſt, qu'une Force infiniment ſupérieure à l'Attraction particuliere des deux Globes A & B, la Force attractive de la maſſe terreſtre, les attire & les fixe ſur les points du Plan horiſontal qui ſoutient leur centre de gravité; & rend nulle dans ſon influence & dans ſon effet, l'infiniment petite Force attractive qui tend à les mouvoir l'un vers l'autre ou à les unir l'un à l'autre.

III°. Si deux Globes A & B de même denſité que la Terre, & d'un pied de diametre chacun, exiſtoient ſeuls

ſeuls dans l'Eſpace infini, n'étant éloignés l'un de l'autre que d'*un quart de pouce*: on trouvera par le Calcul, d'après la théorie démontrée de l'Attraction, qu'il faudroit environ un mois à leurs Forces attractives, pour les rendre contigus; pour leur faire parcourir l'eſpace AB d'un quart de pouce, qui ſépare leurs ſurfaces.

Le *fondement de ce Calcul*, n'eſt pas bien difficile à ſaiſir. Car, on ſait que les Forces attractives de deux Spheres homogenes, ſont entre elles, comme leurs Rayons reſpectifs (1421); & que l'Attraction active de la maſſe entiere de la Terre, imprime à un Corps quelconque N, placé près de ſa ſurface, une Peſanteur ou une Attraction paſſive, en vertu de laquelle ce Corps s'approche ou tend à s'approcher du centre de la Terre, d'environ *quinze Pieds* en une Seconde de tems. (248).

D'où il réſulte, que ſi la Terre étoit un Globe, dont le Rayon fût deux fois plus petit qu'il n'eſt réellement: l'Attraction paſſive du Corps attiré N, ſeroit deux fois moindre, ou de ſept pieds & demi par Seconde: que ſi la Terre étoit un globe dont le rayon fût cent mille fois plus petit qu'il n'eſt effectivement, l'Attraction paſſive du Corps N, attiré ſeroit cent mille fois moindre; ou ne ſeroit que la cent-milliéme partie de quinze pieds par Seconde: qu'enfin, ſi la Terre étoit un globe dont le rayon fût environ quarante millions de fois moindre; ou un globe d'un pied de diametre; ſa Force attractive & le Mouvement imprimé au Corps attiré N, ne ſeroit que la quarante-millionnieme partie de quinze pieds, par Seconde.

Il eſt evident que le mouvement par lequel les deux Globes A & B tendroient l'un vers l'autre au ſein de l'Eſpace infini, où ils ſont ſuppoſés exiſter ſeuls, ſeroit totalement inſenſible, à cauſe de ſon

infiniment petite vîteſſe (921) : quand même rien ne s'oppoſeroit à leur Attraction réciproque.

Mais ſi on ſuppoſe ces deux mêmes Globes poſés ſur un Plan, & attirés avec une Force comme infiniment grande contre ce Plan : n'eſt-il pas évident que cette dernière Force AT & BT doit contrarier, abſorber, annuller, la petite *Tendance mutuelle AB*, qui auroit pu les porter ſenſiblement & peu à peu l'un vers l'autre ? Tel eſt le cas de l'Expérience dont il s'agit dans cette premiere Objection : Expérience qui par conſéquent ne prouve rien contre l'Attraction, dont elle eſt une dépendance néceſſaire.

IV°. Cette *Attraction mutuelle des Corps terreſtres entre eux*, pourra ſe montrer d'une maniere ſenſible : quand on la cherchera dans des Corps dont la maſſe ait quelque Proportion ſenſible avec la maſſe de la Terre. (*Fig.* 52).

C'eſt ce que Meſſieurs Bouguer & de la Condamine ont obſervé & vérifié dans leur Voyage au Pérou, en y meſurant un degré du Méridien terreſtre. Ils trouverent par haſard & avec la plus grande ſurpriſe, qu'*une très-vaſte & très-haute Montagne, nommée Chimboraço, attiroit à elle le Plomb qui pend aux Fils des Quarts de cercle ;* & d'après pluſieurs obſervations des Etoiles, obſervations faites ſucceſſivement & à pluſieurs repriſes au nord & au midi de cette Montagne, ils virent que l'*Attraction active de cette énorme Maſſe*, comme ſaillante hors du Globe terreſtre, écartoit toujours bien réellement & bien ſenſiblement de la Ligne verticale FT, le Fil à plomb F P ; & que la quantité de déviation, étoit de plus de huit Secondes de degré.

1423. REMARQUE. Cette Découverte de Meſſieurs Bouguer & de la Condamine, Découverte à laquelle donna lieu l'énorme groſſeur & la configuration ſa-

vorable du Mont Chimboraço, & dont on peut voir le détail historique & géométrique dans l'Ouvrage que nous avons déjà cité ailleurs (1417), devient, comme on voit, une *Démonstration sensible de l'Attraction mutuelle & réciproque*, qui regne entre toutes les parties de la Nature : en voici l'Explication physique. (*Fig.* 52).

Soit M, une énorme Montagne, dont la masse ait un rapport sensible avec la masse de la Terre ; T, le centre de la Terre ; A, une Etoile ou un Point du Ciel, dans le Zénith de l'Observateur ; F P, un Fil tendu par un petit Globe de plomb P.

I°. Quand le Plomb P n'est sensiblement en prise qu'à l'Attraction active de la Terre : il gravite dans la direction F T, vers le centre de la Terre, où réside équivalemment toute la *Force attractive* de la Masse terrestre sensiblement sphérique. (1419).

Alors l'Etoile A, placée au Zénith du Plomb & de l'Observateur, sera vue dans la direction F P du Fil à plomb.

II°. Mais quand le Plomb P est en prise à la fois, & à l'Attraction P T de la Terre, & à l'Attraction P M de la Montagne saillante : il doit graviter dans la direction P V, qui est la diagonale d'un Parallélogramme construit sur la direction & sur la proportion des deux Forces conspirantes, dont l'action attractive P T & P M s'exerce conjointement sur le petit Globe de plomb P. (345).

Alors le Fil P F sera dirigé, non vers l'Etoile A, que l'on sait être dans son Zénith ; mais vers une autre Etoile ou vers un autre Point céleste B, placé à sept ou huit Secondes de degré, à côté du Zénith A.

III°. Il est indifférent que la Montagne saillante M soit, ou un globe, ou un cylindre, ou une pyramide, ou un cube, ou tel autre Solide que l'on

voudra ; pourvu que ſa Maſſe ſaillante hors du Globe, ſoit aſſez conſidérable pour être cenſée une partie ſenſible en comparaiſon de toute la maſſe de la Terre. Tel eſt le Mont Chimboraço, l'une des plus hautes & des plus grandes Montagnes du Monde. (498 & 1064).

1424. OBJECTION II. Si l'Attraction active étoit *en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances* : la Lune devroit être arrachée à l'Attraction de la Terre, par l'Attraction beaucoup plus grande du Soleil. Et alors, la Lune devroit, ou s'aller engloutir dans le Soleil ; ou faire ſes révolutions périodiques autour du Soleil, en ceſſant de les faire autour de la Terre.

Pour prouver cette Induction, ou cette Conſéquence ; ſuppoſons la Lune en conjonction, placée entre la Terre & le Soleil ; & calculons les Forces attractives de la Terre & du Soleil, que nous conſidérons ici comme uniquement appliquées à ſe diſputer la poſſeſſion & l'enlevement de l'Aſtre qui éclaire nos nuits. Soit le Soleil en S, la Terre en T, la Lune en A. (*Fig.* 22).

I°. Abſtraction faite des diſtances : les Forces attractives ſont entre elles, comme les maſſes. (1418).

Or, ſelon les obſervations & les calculs des Aſtronomes ; le Soleil eſt au moins un million de fois plus grand que la Terre (1190) : donc la Force attractive du Soleil, eſt au moins un million de fois plus grande que celle de la Terre.

Donc, ſi la Lune étoit placée à égale diſtance entre le Soleil & la Terre ; la Lune ſeroit attirée par le Soleil, avec une force au moins un million de fois plus grande, que celle avec laquelle elle ſeroit attirée par la Terre.

II°. Mais, parce que la Lune eſt plus près de la

Terre que du Soleil, & que l'Attraction active eſt toujours en raiſon inverſe des quarrés des diſtances: diviſons l'action attractive de la Terre par le quarré de ſa diſtance à la Lune; & l'action attractive du Soleil, par le quarré de ſa diſtance à la Lune.

Selon les obſervations & les calculs des Aſtronomes, la moyenne diſtance de la Terre à la Lune, eſt d'environ ſoixante Rayons terreſtres (1220); & la moyenne diſtance du Soleil à la Lune, d'environ trente-quatre millions de nos lieues communes, qui ſont à peu près 24000 Rayons terreſtres. (1187).

En diviſant l'Attraction active de la Terre = 1, par le quarré de 60: on aura l'expreſſion de cette attraction de la Terre ſur la Lune = $\frac{1}{3600}$.

En diviſant enſuite l'Attraction active du Soleil = 1200000, par le quarré de 24000, qui eſt 576000000: on aura l'expreſſion de l'attraction du Soleil ſur la Lune = $\frac{1200000}{576000000} = \frac{1}{470}$.

III°. Que l'on compare entre elles les *valeurs de ces deux Fractions*, (Math. 199 & 190). On trouvera que la premiere $\frac{1}{3600}$, qui exprime la Force attractive de la Terre ſur la Lune, eſt huit fois plus petite que la ſeconde $\frac{1}{470}$, qui exprime la Force attractive du Soleil ſur la Lune.

D'où il réſulte, d'après la théorie même de l'Attraction, que le Soleil devroit enlever à la Terre ſon cher Satellite: abſurdité manifeſte, qui ruine de fond en comble, la fabuleuſe théorie de l'Attraction newtonienne.

RÉPONSE. La force de cette ſeconde Objection, porte ſur *deux fauſſes Suppoſitions*, & s'écroule avec elles. La premiere, c'eſt que le Soleil a une maſſe douze cens mille fois plus grande que la Terre: la ſeconde, c'eſt que la Lune, paiſible ſpectatrice des aſſauts que lui livrent les deux Globes rivaux, le Soleil & la

Terre, n'a rien en elle-même, qui s'oppose à l'Action attractive du Soleil. Dévoilons ces deux fausses Suppositions ; & cette seconde Objection que quelques Anti-newtoniens regardent comme insoluble, s'évanouira avec ses fondemens ruineux. (*Fig.* 22).

I°. Il est démontré par les observations & par les calculs des Astronomes, que le Soleil S est environ douze cens mille fois plus grand que la Terre T, *en Volume* : mais il n'est pas démontré de même, que le Soleil soit douze cens mille fois plus grand que la Terre, *en Masse*. Il est plus que vraisemblable que la matiere qui forme le Soleil S, est beaucoup moins dense & moins compacte, que celle qui compose le Globe terrestre.

L'attraction du Soleil sur la Lune placée en *a* ou en *b* ou en *c* ou en *d*, n'est donc point douze cens mille fois plus grande, que celle de la Terre : puisque l'Attraction, abstraction faite des distances, est proportionnelle aux masses & non aux volumes. Une masse égale en volume à la Terre, & mille fois moins dense que la Terre, auroit une *Action attractive*, mille fois moindre.

La Physique n'a aucun Principe fixe, d'après lequel elle puisse déterminer avec une complette précision, de combien le Soleil est moins dense que la Terre. Mais pour résoudre la Difficulté présente, il suffit de savoir que l'immense Fournaise qui nous darde sans cesse & la Lumiere & la Chaleur, doit avoir considérablement moins de densité, que le Globe qui nous soutient. La *densité du Soleil*, étant considérablement plus petite que celle du Globe terrestre : l'Action attractive du Soleil, sera considérablement plus petite, que ne la suppose l'Objection à réfuter.

II°. La Lune, outre son Mouvement de rotation par lequel elle tourne sur son axe, outre son Mou-

vement de révolution par lequel elle tourne autour de la Terre, a un *troiſieme Mouvement*, par lequel elle fait chaque année avec la Terre, une révolution autour du Soleil. (*Fig.* 22).

Par ce dernier Mouvement, la Lune réſiſte & ſe ſouſtrait à l'*Attraction du Soleil*, de concert avec la Terre : puiſque la Lune, en quelque point de ſon orbite qu'elle ſe trouve, eſt toujours animée d'un *Mouvement projectile*, d'occident en orient, lequel l'emporte en un an autour du Soleil, ainſi que la Terre TMVXZT.

Donc la Lune, ainſi que la Terre, tend ſans ceſſe, par le moyen du Mouvement qui l'emporte en un an autour du Soleil, à s'échapper de ſa grande Courbe épicycloïdale, par une infinité de tangentes ou de ſécantes à cette Courbe, qui toutes l'éloigneroient du Soleil.

Donc, quand même le Soleil auroit autant de denſité que la Terre : la Lune ne devroit point être arrachée à la Terre par l'*Action attractive du Soleil*, laquelle eſt ſans ceſſe contrebalancée & en grande partie détruite par la *Force centrifuge* que donne à la Lune à l'égard du Soleil, le Mouvement projectile qui emporte ſans ceſſe la Lune, ainſi que la Terre, autour du Soleil, d'occident en orient & ſelon l'ordre des Signes, dans la direction TVXZT.

1425. OBJECTION III. Si la Force attractive ſuit la *raiſon inverſe des quarrés des diſtances* (1416 & 1417) : cette Force attractive doit être comme infiniment grande, quand la diſtance eſt nulle.

D'où il s'enſuivroit qu'un petit Caillou, qui touche la ſurface de la Terre, devroit adhérer à cette ſurface, avec une force comme infiniment grande : qu'un Grain de ſable, contigu à ce Caillou, devroit s'attacher à lui avec une force infinie : que tous les

*Elémens contigus*, qui composent l'Eau, la Terre, tous les Corps animaux & végétaux, devroient avoir une adhérence & par-là même une dureté infiniment grande.

Or, toutes ces Conséquences sont démenties par l'expérience: donc l'expérience ne s'accorde pas avec la théorie des Loix de l'attraction.

RÉPONSE. Il y a peu de Principes, qui mal envisagés & mal entendus, ne menent à des absurdités totalement étrangeres à la Source d'où l'on s'efforce de les faire découler.

Il est vrai, il est démontré que la *Force attractive des Corps*, est proportionnelle à leurs masses divisées par les quarrés de leurs distances au Corps attiré. Mais de ce Principe vrai, ne découle aucune des fausses Conséquences qu'on lui attribue dans cette troisieme Objection: comme il est facile de le faire voir & sentir. (*Fig.* 51).

I°. Soient *deux petits Globes égaux & homogenes A & B*, éloignés l'un de l'autre, de trois de leurs diametres. L'Attraction active de chaque Globe, est sa masse 1, divisée par le quarré de sa distance 3; c'est-à-dire, 1 divisé par $9 = \frac{1}{9}$.

Que ces deux petits Globes s'approchent l'un de l'autre; ensorte qu'ils ne soient plus éloignés que de deux de leurs diametres: la force attractive de chaque globe, sera 1 divisé par le quarré de sa distance 2; c'est-à-dire, 1 divisé par $4 = \frac{1}{4}$.

Que ces deux mêmes Globes deviennent contigus: leurs *Forces attractives*, qui ont pour centre général d'activité, le centre & non la surface de ces globes, seront encore éloignées l'une de l'autre, d'un de leurs diametres. La Force attractive de chaque globe, sera 1 divisé par le quarré de sa distance 1; c'est-à-dire $\frac{1}{1} = 1$. Il est clair que rien de tout cela n'annonce &

n'exprime une Force infinie. (1419 & 1519).

II°. On peut dire la même choſe d'un Caillou qui touche la ſurface de la Terre, d'un Atome qui touche un caillou, d'un atome qui touche un autre atome. Il y a toujours une diſtance plus ou moins grande, entre les *centres des Forces attractives :* leſquelles ſont toujours éloignées entre elles, autant que ſont éloignés les centres des Maſſes qui s'attirent.

Il eſt donc faux que la diſtance devienne jamais nulle : puiſqu'elle reſte toujours au moins égale aux deux diſtances qui ſéparent les centres des deux Corps dont on évalue les Forces attractives, en diviſant leurs maſſes par le quarré de leurs diſtances reſpectives.

III°. En vain diroit-on que les deux petits globes dont on vient de parler, peuvent acquérir une proximité plus grande, que celle qu'ils ont en ſe touchant par leurs ſurfaces ; & que leurs *Centres A & B d'attraction*, peuvent ſe rapprocher de plus en plus juſqu'à la contiguïté, par l'applatiſſement de ces mêmes ſurfaces.

Vain ſubterfuge ! Car alors la matiere qui forme ces deux Globes, ceſſeroit d'avoir un centre commun d'attraction ; & chaque portion de cette matiere applatie, auroit ſon centre d'attraction à part : ce qui loin d'en augmenter, en diminueroit la *Force attractive*, comme nous allons l'obſerver, l'expliquer, & le démontrer, dans l'Aſſertion ſuivante.

1426. ASSERTION. *L'Attraction réciproque de deux Globes, eſt dans ſa plus grande force : quand ces deux Globes ſont contigus.* (Fig. 51).

EXPLICATION. Il eſt certain d'abord, que ſi deux Globes contigus s'éloignent l'un de l'autre ; leur action attractive diminue de plus en plus, en raiſon inverſe du quarré de leur diſtance augmentée. (1416)

Faiſons voir maintenant que l'un de ces deux Globes, ne peut pénétrer dans l'autre, ſans que leur Attraction réciproque diminue; & qu'un *Boulet de canon N*, qui deſcendroit à une très-grande profondeur dans une Cavité ſouterreine D, doit perdre réellement en D, une partie de ſa peſanteur.

I°. Ce Boulet de canon, placé en P, eſt attiré vers T, par l'action attractive de tout le Globe PRMSP: comme ſi toute la matiere de ce globe, étoit réunie & compénétrée en T. (1419).

II°. Quand ce même Boulet de canon, eſt placé en D: il n'eſt plus attiré vers le centre de la Terre, que par la partie RDSMR de ce globe; & il eſt en même tems attiré en P, dans un ſens oppoſé, par toute la partie RDSPR du même globe.

Ainſi, ce Boulet de canon, placé en D, doit perdre une partie de ſa peſanteur ou de ſon attraction paſſive: à cauſe de l'Attraction oppoſée qui l'attire vers la ſurface P de la Terre.

Mais cette différence de Peſanteur, ne peut jamais être qu'infiniment petite dans toutes les Expériences que l'on peut faire en ce genre: parce qu'une profondeur de quelques centaines de pieds, eſt comme nulle, en comparaiſon du Rayon de la Terre. (364).

Il réſulte delà, qu'à l'égard de deux Globes qui exercent l'un ſur l'autre leur Attraction réciproque, *la plus grande Proximité poſſible*, en faveur de leur Vertu attractive, eſt la contiguïté de leurs ſurfaces.

III°. Si au centre de la Terre, ſe trouvoit une Cavité ſphérique *o m n o*, de quelques toiſes de diametre: ce Boulet de canon, placé au milieu de cette cavité T, n'auroit aucune peſanteur.

La raiſon en eſt, qu'il ſeroit également attiré en tout ſens, par toutes les couches concentriques de matiere qui l'environnent; & que toutes ces attractions egales & diamétralement oppoſées s'annulleroient réciproquement.

Il réſulte delà, que ſi un homme étoit placé dans cette Cavité *omnv*; il pourroit ſe promener en tout ſens ſur cette Surface concave, comme nous nous promenons en tout ſens ſur la ſurface convexe de la Terre : avec cette différence, que nous avons une Peſanteur, qui nous porte toujours vers le centre de la Terre ; & que cet homme n'auroit abſolument *aucune Peſanteur*, ni vers le centre, ni vers la ſurface de la Terre.

1427. OBJECTION IV. Si l'*Attraction en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances*, eſt une Loi générale de la Nature, une Loi qui affecte indifféremment tous les Corps quelconques : il s'enſuit que toute la Nature tend ſans ceſſe à perdre l'ordre & l'arrangement que nous y admirons ; & à rentrer dans l'informe Cahos d'où la ſageſſe de ſon Auteur, ne l'a pas tirée vraiſemblablement pour un tems limité.

La vérité de cette Induction, n'eſt pas difficile à prouver. Car il eſt clair que les *dernieres Etoiles*, celles au-delà deſquelles il n'y a plus ni corps opaques ni corps lumineux, doivent être ſans ceſſe attirées vers les Pénultiemes ; les pénultiemes, vers celles qui ſuivent, & ainſi de ſuite. D'où il doit néceſſairement arriver, que toutes les Etoiles, qui ſont tout autant de Soleils vraiſemblablement entourés de Planetes & de Cometes, en ſe portant par un Mouvement ſans ceſſe accéléré les unes vers les autres avec tous les Corps qui leur appartiennent, ne ſeront bientôt, par leur réunion générale, qu'un lourd & informe Amas de matiere concentrée & condenſée dans un même eſpace ; c'eſt-à-dire, qu'un Cahos aſſez ſemblable à celui qu'ont imaginé & chanté les Poëtes profanes.

RÉPONSE. La Loi d'attraction, que nous avons expliquée & démontrée, ne menace l'Univers d'aucune

ruine, ni prochaine, ni éloignée. Pour nous rendre plus ſenſibles dans la réponſe que nous allons donner à cette quatrieme Objection : ſuppoſons d'abord qu'il n'y ait dans l'immenſité des eſpaces céleſtes, que *deux Etoiles*, notre Soleil A & Syrius B, captivant chacune autour d'elles, un certain nombre de Globes opaques & errants.

Je dis & je démontre que la *Loi d'attraction*, n'exige point que le Soleil & Syrius ſe réuniſſent en une même maſſe, dans un même eſpace; & on pourra dire la même choſe de toute Etoile, à l'égard d'une autre Etoile. (*Fig.* 49).

I°. La *Force attractive* du Soleil à l'égard de Syrius, & de Syrius à l'égard du Soleil, ne peut être qu'infiniment petite ; à raiſon de la diſtance comme infinie qui ſépare ces deux aſtres, & dont le quarré doit diviſer leur attraction active. (1418).

Pour faire voir que la Force attractive du Soleil ſur Syrius, doit être infiniment petite : examinons d'abord la force attractive du Soleil ſur la Terre.

La *Peſanteur de la Terre vers le Soleil*, eſt la meſure de l'Attraction active du Soleil, à la diſtance qui ſépare les centres de la Terre & du Soleil. Or, cette Attraction active du Soleil ſur la Terre, imprime à la Terre un mouvement qui tend à l'approcher de cet Aſtre, d'environ trente-trois pieds en une minute de tems. (1273).

Cette action attractive du Soleil, imprimeroit le même mouvement à Syrius : ſi Syrius étoit auſſi près du Soleil, que l'eſt la Terre. Mais l'action attractive du Soleil, décroît en raiſon inverſe des quarrés des diſtances.

Ainſi, ſi la Terre étoit à une diſtance double, ſa tendance vers le Soleil, fruit ou effet de l'action attractive de cet Aſtre, ſeroit quatre fois moindre : ſa tendance vers le Soleil ne ſeroit que le quart de

trente-trois pieds par minute. Si la Terre étoit à une distance mille fois plus grande, sa tendance vers le Soleil seroit un million de fois plus petite : elle ne seroit que la millionieme partie de trente-trois pieds en une minute. Enfin si la Terre étoit à la distance de Syrius, distance comme infiniment grande ; sa tendance vers le Soleil, seroit comme infiniment petite : elle ne feroit qu'*une infiniment petite partie* de trente-trois pieds en une minute de tems ; & elle auroit besoin d'être exercée pendant une infinité de minutes, pour rapprocher la Terre du Soleil, d'une quantité de trente-trois pieds.

Donc l'attraction du Soleil A sur Syrius B, & l'attraction de Syrius sur le Soleil, sera infiniment petite, & ne pourra produire que des effets infiniment petits, qui ne doivent être physiquement comptés pour rien.

II°. S'il reste cependant quelque inquiétude, quelque scrupule, sur cette quantité infiniment petite de Force attractive entre ces deux Astres ; si l'on craint qu'à la longue cette quantité infiniment petite ne rapproche sensiblement le Soleil & Syrius, & n'altere l'ordre & l'arrangement de la Nature : il est facile de dissiper entiérement ce scrupule, cette inquiétude.

Car je dis que l'infiniment petite quantité de Force attractive qui, dans l'hypothese de la *Gravitation universelle*, sollicite ces *deux Astres*, ces deux Soleils, à s'approcher si foiblement & si lentement l'un de l'autre, peut être détruite & annullée en mille & mille manieres, qui n'auront point échappé à l'infaillible sagesse de l'Auteur de la Nature.

Comme nous ne pouvons pas assigner & déterminer celle qui a été choisie de préférence par le sage Auteur de la Nature : prenons-en une indifféremment parmi les possibles, pour nous servir d'exemple général, dans l'explication suivante.

EXPLICATION. Soient A & B le Soleil & Syrius, que nous regarderons comme les *deux Points extrêmes* du Monde exiſtant ; & entre leſquels nous ſuppoſerons placés d'autres Soleils C (*Fig.* 49).

I°. Selon les ſpéculations & les calculs des Aſtronomes modernes, le *centre du Soleil*, n'eſt point parfaitement immobile au centre de notre Monde planétaire : ce centre du Soleil, réellement mobile, décrit périodiquement un petit Orbe *a a a* autour d'un centre A pris non loin du centre du Soleil, par une révolution aſſez ſemblable à celle des Planetes ; & qui n'eſt vraiſemblablement que l'effet de l'Attraction active que les Planetes exercent perſévéramment ſur cet Aſtre, en tournant autour de lui.

En vertu de cette petite révolution *a a a*, autour du centre A, le Soleil a néceſſairement un petit Mouvement centrifuge par les tangentes *a t* ; & ce *petit Mouvement centrifuge* eſt évidemment plus que ſuffiſant pour détruire ſans ceſſe l'infiniment petite Attraction paſſive qui peut ſolliciter le Soleil A, à tendre vers Syrius en B.

II°. Suppoſons que Syrius ait une ſemblable révolution *b b b*, autour d'un centre B, pris non loin du centre de cet Aſtre ; & que cette petite révolution *b b b* de Syrius, ſoit parallele à la petite révolution *a a a* du Soleil. Dans cette hypotheſe évidemment poſſible & évidemment vraiſemblable, Syrius aura à ſon tour un *petit Mouvement centrifuge* par les tangentes *b t* : Mouvement qui tend perſévéramment à l'éloigner du Soleil A ; Mouvement plus que ſuffiſant pour détruire ſans ceſſe l'infiniment petite Attraction paſſive qui peut l'attirer vers le Soleil A.

Les deux Soleils A & B, que nous avons ſuppoſé être les deux Globes extrêmes du Monde créé & néceſſairement fini, n'auront donc rien qui les déplace, qui les rapproche l'un de l'autre, dans l'Hypotheſe

que nous venons de choisir parmi une infinité d'autres possibles.

III°. Un *troisieme Soleil C*, placé à égale distance à peu près entre les deux premiers, sera également attiré vers A & vers B, & n'aura rien non plus qui le déplace.

Donc, dans l'*hypothese d'une Attraction universelle*, en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances, l'Ordre & l'Arrangement primitif, établis par l'Auteur de la Nature, peuvent jouir d'une immutabilité toujours durable; & ne point tendre au chimérique Cahos dont s'alarme l'Imagination cartésienne.

1217. II°. REMARQUE. La *théorie de l'Attraction*, n'est établie & constatée que par des Observations faites dans notre Monde planétaire. Il est démontré par ces Observations & par les Conséquences qui en découlent, que l'Attraction est une *Loi générale de la Nature*, relativement à tous les Corps qui font leurs révolutions périodiques autour de notre Soleil, centre commun de tous leurs Mouvemens: mais il n'est pas absolument démontré que la même Loi d'attraction, ait lieu dans la Sphere & dans le Système des autres Soleils.

I°. L'*Attraction mutuelle des Corps*, n'étant point une propriété intrinsèque & essentielle de la Matiere; cette Attraction n'étant que l'effet d'une Volonté libre de l'Auteur de la Nature: il est clair que l'Auteur de la Nature, a pu absolument décerner un *Ordre de choses différent*, pour chaque Soleil & pour les Corps qui appartiennent à chaque Soleil.

Dans cette hypothèse, dont rien ne démontre & dont rien ne combat la réalité, & que peuvent adopter ceux à qui la perspective du Cahos peut inspirer quelque terreur panique: l'Attraction active du So-

leil, n'auroit aucune priſe quelconque ſur les Etoiles plus ou moins éloignées.

II°. Mais comme il eſt très-poſſible, & qu'il n'eſt pas improbable que l'Auteur de la Nature, ait ſoumis généralement tout l'Univers à la même Loi d'une attraction & d'une gravitation univerſelle : il faut dire que ſi l'Attraction a lieu réciproquement entre les Etoiles, l'Auteur de la Nature a tellement arrangé & combiné les choſes, que toutes ces *Attractions infiniment petites dans de telles diſtances*, ſe contrebalancent & ſe détruiſent réciproquement dans chaque Etoile : qu'autant que chaque Etoile eſt pouſſée dans une direction, par une foule de ces Attractions conſpirantes; autant elle eſt repouſſée dans une direction oppoſée, par une autre foule d'Attractions conſpirantes, égales & contraires aux précédentes, mais toutes infiniment petites : comme nous l'avons d'abord expliqué.

Delà, l'invariable permanance de l'Arrangement primitivement établi par l'Auteur de la Nature, entre les différentes Etoiles.

1428. OBJECTION V. Il y a une foule de *Phénomenes aſtronomiques*, dont l'Attraction ne rend aucune raiſon. Par exemple, on n'explique point dans le ſyſtême de l'Attraction, pourquoi les Planetes ont un mouvement de rotation ſur leur axe : pourquoi elles font leurs révolutions autour du Soleil d'occident en orient, plutôt que d'orient en occident : pourquoi leurs Orbites, toutes renfermées dans l'enceinte du Zodiaque, s'entre-coupent ſous différens angles ; & ainſi du reſte.

Donc l'*Attraction de Newton*, doit être rejettée à raiſon de ſon inſuffiſance, qui prouve & démontre qu'elle n'eſt qu'une Cauſe imaginaire & fabuleuſe. Donc il faut en revenir à l'*Impulſion de Deſcartes*, qui rend raiſon de tous les phénomenes céleſtes, de toutes leurs

leurs dépendances, de toutes leurs modifications quelconques.

RÉPONSE. Nous avouons ſans peine, avec tous les Sectateurs de Newton, que dans les Principes de l'Attraction générale des Corps, on n'aſſigne aucune *Cauſe mécanique* aux Phénomenes dont il eſt queſtion dans cette derniere Objection : qu'on n'en rend & qu'on ne peut en rendre aucune autre raiſon, ſinon que telle a été primitivement la Volonté de l'Etre créateur ; qui a librement voulu établir l'*Ordre de choſes*, que nous voyons dans la Nature, & non un Ordre différent ; qui, en conſéquence de cette Volonté libre, a imprimé aux Planetes un tel Mouvement de rotation plus ou moins rapide autour de leur Axe, un tel Mouvement projectile plus ou moins incliné à l'Ecliptique, & ainſi du reſte.

Au commencement des tems, antécédemment à la Volonté & à l'Action effectuées de l'Etre créateur, de l'Auteur de la Nature : les Planetes étoient, ainſi que toute autre Matiere, indifférentes au mouvement & au repos, indifférentes à tel mouvement ou à tel autre mouvement. Elles ſe ſont mues & elles ſe meuvent encore, avec le *Mouvement propre* qui leur fut imprimé à chacune en particulier, par la volonté & par l'action libres de l'Etre créateur : Mouvement qu'aucune Cauſe phyſique n'a détruit & n'a pu détruire, dans l'Eſpace vide où ſe font leurs révolutions en un ſens quelconque.

Demander que l'on aſſigne à ce *Mouvement primitif des Planetes*, une autre Cauſe que la Volonté & l'Action de l'Etre créateur, c'eſt demander une abſurdité manifeſte : c'eſt demander une *Cauſe mécanique*, là où il eſt évident qu'il n'y a & qu'il ne doit y avoir aucune Cauſe mécanique.

Que l'on demande à Deſcartes, qui veut par-tout

des Cauſes mécaniques, pourquoi le *grand Tourbillon ſolaire*, auquel il attribue le mouvement général de nos Planetes autour du Soleil, fait ſa révolution d'occident en orient, plutôt que d'orient en occident? Il répondra qu'on ne peut & qu'on ne doit en rendre aucune autre raiſon, ſinon qu'il a plu à l'Auteur de la Nature, de mouvoir ce *grand Volume de matiere*, dans ce ſens, plutôt que dans un autre: que quand il s'agit des premiers Principes des choſes, des Cauſes primitives de la Nature, il eſt abſurde d'en demander une autre raiſon, une autre cauſe, que la Volonté même de l'Auteur de la Nature. Telle ſera la réponſe de Deſcartes, réponſe très-philoſophique & très-ſolide; & telle eſt auſſi la nôtre.

### *DEUX SORTES DIFFÉRENTES DE PHÉNOMENES, DANS LA NATURE VISIBLE.*

1429. OBSERVATION. Il y a dans la Nature viſible, *deux ſortes de Phénomenes*, qu'il ne faut point confondre entre eux.

Les uns demandent, pour ſubſiſter, une *Cauſe toujours agiſſante*, toujours appliquée à produire ſon effet. Tel eſt, par exemple, la ſuſpenſion du mercure dans le Barometre, l'oſcillation d'un Pendule, le mouvement d'une Planete en ligne courbe.

Les autres ne demandent, pour ſubſiſter, qu'*un défaut total d'Obſtacle*; qu'une abſence de toute cauſe capable de leur nuire, de déranger ou d'altérer leur action primitive. Tel eſt le mouvement de rotation d'une Sphere dans le Vide: tel ſeroit encore le mouvement en ligne droite d'une Sphere ou d'un Corps quelconque, qui exiſteroit ſeul dans le Vide infini.

I°. Les *Phénomenes du premier genre*, les Phénomenes qui ont beſoin d'une Cauſe toujours ſubſiſtante & toujours agiſſante, exigent d'un Phyſicien, qu'il cherche des Forces actives, propres à les produire:

qu'il aſſigne des Forces permanantes, propres à les conſerver : qu'il détermine la maniere dont ces Forces agiſſent ; & qu'il évalue la quantité de leur action, relativement à la différence des circonſtances.

C'eſt préciſément ce qu'a fait l'immortel Newton, en expliquant le *grand Phénomene du Mouvement elliptique des Planetes & des Cometes* : phénomene qui exige une Cauſe ſans ceſſe appliquée à infléchir le Mouvement projectile, lequel par ſa nature tend toujours à être rectiligne : phénomene qui exige une Cauſe ſans ceſſe variable, & dont l'action croiſſe & décroiſſe conſtamment en raiſon inverſe des quarrés des diſtances.

Quelle grandeur, quelle excellence, quelle perfection, dans cette brillante partie de la Philoſophie newtoniene ! Newton ne ſe borne pas, comme les Partiſans des Tourbillons, à chercher en gros & à peu près, les Phénomenes dans leurs Cauſes. Mais, rejettant & dédaignant les vagues Approximations, il ſoumet tout le Ciel à la rigueur du Calcul ; & par le ſecours de tout ce qu'il y a de plus profond dans les Mathématiques, il fait dériver & découler du *grand Principe de l'Attraction*, tous les Phénomenes céleſtes, toutes leurs dépendances, toutes leurs circonſtances, toutes leurs variations, la direction & le degré précis de la Force qui convient à chaque Corps céleſte, dans toute poſition poſſible, avec une exactitude & une certitude qui feront à jamais & la gloire de Newton & le triomphe de l'Attraction.

II°. Les *Phénomenes du ſecond genre*, les Phénomenes qui n'ont beſoin pour ſubſiſter que d'un défaut d'Obſtacle, exigent ſimplement d'un Phyſicien, qu'il aſſigne leur *Cauſe primitive* ; & qu'il démontre qu'il n'y a dans la Nature, aucune Cauſe phyſique dont l'action puiſſe les détruire & les altérer.

C'eſt encore ce qu'a fait le grand Newton. En dé-

montrant l'*exiſtence du Vide dans l'immenſité des Cieux*, il a fait diſparoître tous les Obſtacles imaginaires qui pourroient détruire & le Mouvement de rotation & le Mouvement projectile que l'Auteur de la Nature, imprima au commencement des tems, aux Cometes, aux Planetes principales & ſecondaires.

Ainſi, ſi l'on demande à un Sectateur de Newton, pourquoi *les Planetes* ont un Mouvement de rotation ſur leur axe toujours ſenſiblement parallelle à lui-même, & un Mouvement de révolution d'occident en orient, dans des Plans qui conſervent toujours la même inclinaiſon ſur le plan de l'Ecliptique: pourquoi *les Cometes* ſe meuvent en tout ſens & ſelon toute direction, dans preſque toute l'étendue du Ciel, dans des Orbites qui correſpondent toujours aux mêmes Etoiles, étant vues du Soleil:

Il répondra très-philoſophiquement, que *les Planetes* roulent perſévéramment ſur leur axe, avec une vîteſſe conſtante & uniforme, en vertu du mouvement de rotation que l'Auteur de la Nature leur imprima primitivement; & que rien n'a pu détruire ou altérer, dans les Vides céleſtes: qu'elles ſe meuvent dans différens Plans, d'occident en orient & dans les limites du Zodiaque; parce que l'Auteur de la Nature, au commencement des tems, leur imprima à chacune un Mouvement projectile dans tel ſens, & non dans un autre ſens: que leur Axe reſte toujours ſenſiblement parallele à lui-même; parce qu'il n'y a aucune Cauſe phyſique, dans les eſpaces céleſtes, qui puiſſe en changer ſenſiblement la direction, d'un jour à l'autre, d'une année à l'autre: que leur Révolution ſe fait toujours ſenſiblement dans les mêmes Points du Ciel; parce que leur Mouvement projectile a eu ſa direction primitive vers ces points du Ciel; & que ce Mouvement projectile, quoique ſans ceſſe infléchi vers le Soleil, n'eſt en priſe à aucune

Cauſe qui puiſſe le tirer & le détourner de ſon Plan primitif. (1266).

Il répondra de même très-philoſophiquement, que *les Cometes* ſe meuvent d'occident en orient, d'orient en occident, du midi au nord, du nord au midi, chacune ſelon la direction du Mouvement projectile qui lui fut imprimé par l'Auteur même de la Nature, au commencement des tems (1283) : parce que dans le Vide immenſe des Cieux, rien n'altere & ne détruit la direction de leur mouvement primitif ; qui, quoiqu'infléchi ſans ceſſe vers le Soleil par la vertu attractive de cet Aſtre, n'a rien qui le tire hors de ſon *Plan primitif* ; & qui puiſſe empêcher une Comete quelconque de répondre toujours aux mêmes Points du Ciel, pendant ſa révolution périodique autour du Soleil.

Il ſeroit abſurde d'aller plus loin ; & de demander, outre l'Action primitive & toujours ſubſiſtante de l'Auteur de la Nature, une *Cauſe phyſique*, une Cauſe occaſionnelle, pour entretenir, pour conſerver, pour perpétuer des mouvemens qui n'ont beſoin d'aucune Cauſe phyſique, d'aucune Cauſe occaſionnelle, pour ſubſiſter & pour perſévérer toujours. Il faut une Cauſe phyſique toujours ſubſiſtante & toujours agiſſante, pour perpétuer un *Mouvement qui eſt ſans ceſſe détruit par des Obſtacles* : mais il ne faut point de Cauſe phyſique, pour perpétuer un mouvement qui, une fois commencé & rendu exiſtant, n'eſt expoſé à l'action d'aucune Cauſe deſtructive.

1430. REMARQUE I. Dans les grands Phénomenes de la Nature, dans l'Ordre général qui regle & anime l'Univers, il y a toujours des choſes dont on ne peut rendre aucune autre raiſon, dans quelque Syſtême que l'on adopte, ſinon qu'il a plu librement &

arbitrairement à l'Etre créateur que les choſes fuſſent ainſi. Par exemple, quelle raiſon peut-on rendre dans le ſyſtême des Tourbillons, de la diverſité que l'on obſerve dans les diſtances, dans les directions, dans l'excentricité, dans les révolutions diurnes & annuelles des différentes Planetes ?

I°. La *diverſité des Diſtances*, paroît être totalement arbitraire dans ſon Principe : puiſqu'elle ne ſuit ni la raiſon directe, ni la raiſon inverſe des grandeurs. Mercure eſt plus petit que Vénus ; & il eſt moins éloigné du Soleil. Saturne eſt plus petit que Jupiter ; & il eſt plus éloigné du Soleil.

II°. La *différente inclinaiſon des Orbites*, ſur le plan de l'Ecliptique, eſt auſſi totalement arbitraire, ſoit dans les Planetes, ſoit dans les Cometes : puiſqu'elle n'a aucun rapport fixe, ni avec les grandeurs, ni avec les diſtances, ni avec les tems périodiques. (1180).

III°. La *diverſité d'excentricité*, paroît de même être pleinement arbitraire dans ſon Principe : puiſqu'elle n'eſt aſſujettie à aucun rapport fixe. L'orbite de Mars a proportionnellement plus d'excentricité que l'orbite de Saturne & de Jupiter, qui ſont plus éloignés du Soleil ; & que l'orbite de la Terre & de Vénus, qui ſont moins éloignées du Soleil. (1186).

IV°. La *révolution plus ou moins rapide de chaque Planete autour de ſon Axe*, n'eſt pas moins arbitraire dans ſon Principe : puiſqu'elle n'a aucun rapport fixe, ni avec les grandeurs, ni avec les diſtances, ni avec les tems périodiques. (1181).

V°. La *diverſité des Tems périodiques*, n'a non plus aucun rapport fixe avec les maſſes ou les grandeurs des Corps céleſtes ; ſoit dans les Planetes, ſoit dans les Cometes. (1190).

VI°. Il réſulte de tout cela, que ce que l'on obſerve de diverſité dans ces Phénomenes céleſtes, ne peut dépendre que du plus ou moins de Mouvement

primitif, librement & arbitrairement imprimé aux Planetes & aux Cometes, par l'Auteur de la Nature; que de la *direction de ce Mouvement primitif*, en un ſens plutôt que dans un autre; que du *défaut de tout Obſtacle* capable de détruire ou d'altérer ce Mouvement primitif, dans les Eſpaces céleſtes. Telle eſt l'explication que donne & que doit donner de ces ſortes de diverſités, un Sectateur de Newton; & telle eſt la ſeule explication dont elles ſoient ſuſceptibles.

1431, REMARQUE II. Quoiqu'il y ait dans la Nature viſible, un aſſez grand nombre de choſes, dont on ne peut rendre d'autre raiſon, que la Volonté libre & arbitraire de ſon Auteur: il ne s'enſuit pas delà que l'*Ordre de choſes qui y exiſte*, ſoit un effet ſans motif, ou l'effet d'un ſimple caprice, dans l'Auteur de la Nature. Nous penſons avec Leibnitz, que *rien ne ſe fait dans la Nature, ſans une raiſon ſuffiſante*: ſans penſer avec lui qu'il doive réſulter delà quelque Néceſſité conſéquente, dans l'action même de ſon Auteur. (*Mét.* 958 & 960).

Si on demande maintenant quelle peut avoir été la Raiſon ou le Motif ou la *Cauſe finale*, qui a pu engager l'Auteur de la Nature, à mettre tant de diverſité arbitraire dans la révolution des différens Globes qui forment notre Monde planétaire: nous répondrons par des conjectures, à une Queſtion qui n'eſt ſuſceptible que de conjectures.

Quoiqu'il ne ſoit point donné à l'Eſprit humain, de pénétrer en tout & par-tout, le ſanctuaire de la Divinité; de deviner & de ſaiſir toutes les Vues toujours adorables & ſouvent impénétrables qui la déterminent à agir; de découvrir toutes les Cauſes finales des choſes, cauſes infiniment variées & quelquefois infiniment cachées: nous ne craindrons point

de haſarder ſur la matiere préſente, ces deux Obſervations ou ces deux Spéculations.

I°. Il paroît que l'Auteur de la Nature, a ſoumis l'Univers à des *Loix générales & invariables, quoique libres & arbitraires dans leur principe & dans leur nature* (1306 & 1430): pour montrer ſenſiblement aux hommes, que cet Ouvrage admirable & inaltérable eſt ſoumis en tout & par-tout à une Puiſſance & à une Sageſſe infinies, mais infiniment libres; à qui il doit eſſentiellement & ſon exiſtence & ſa conſervation, ſans rien devoir à une aveugle Fatalité ou à un aveugle Haſard.

II°. Il paroît que l'Auteur de la Nature, a mis une diverſité arbitraire & indépendante de tout rapport avec les maſſes, dans les directions, dans les excentricités, dans les diſtances des Planetes & des Cometes: ſoit pour donner plus de variété & plus de richeſſe au ſpectacle de la Nature; ſoit pour empêcher plus efficacement les Hommes, de juger que *cet Ordre admirable de Choſes*, ait pour cauſe, ou quelque exigence intrinſeque de la Matiere, ou quelque défaut de liberté dans l'Auteur dela Nature.

Quoi qu'il en ſoit de ces Obſervations ou de ces Conjectures ſur les *Cauſes finales des Choſes*: il eſt certain que l'on ne peut imaginer aucune Théorie philoſophique, qui mette la Nature viſible, dans une plus grande dépendance de ſon Auteur, que la théorie de Newton: théorie en tout & par-tout également conforme, & aux vrais Principes de la Phyſique, & aux vrais Principes de la Réligion.

## ARTICLE TROISIEME.

### INFLUENCE DE L'ATTRACTION.

1432. OBSERVATION. L'EMPIRE de l'Attraction, n'a d'autres limites, que celles de la Nature elle-même; qu'elle anime & qu'elle régit en tout & par-tout, du moins dans notre Monde planétaire & dans tout notre Syſtême ſolaire.

Nous allons obſerver ſon influence, dans la *Peſanteur des Corps*, dans le *Mouvement curviligne des Planetes & des Cometes*, dans le grand & permanant *Phénomene du flux & reflux de la Mer*. Delà, l'objet des trois Paragraphes ſuivans, par où nous terminerons cette théorie du Ciel.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### LA PESANTEUR DES CORPS: EFFET DE LA LOI D'ATTRACTION.

1433. OBSERVATION. L'UN des plus grands Phénomenes de la Nature, c'eſt celui de la *Peſanteur des Corps*. Quelle eſt la vraie Cauſe de cette peſanteur des Corps? Problême intéreſſant, qui a excité la curioſité de tous les plus célebres Phyſiciens; & qui n'a été réſolu d'une maniere ſatisfaiſante, que par l'immortel Newton.

En expoſant les différentes Opinions & les divers Syſtêmes par où l'on a cherché à rendre raiſon du grand phénomene de la peſanteur des Corps: nous ne nous arrêterons pas à rapporter & à réfuter l'*Opinion ſurannée de la plupart des anciens Philoſophes*; qui regardoient la Peſanteur, comme l'effet d'une Vertu ou d'une Qualité occulte de la Matiere; qui

ſuppoſoient par-là même abſurdement, dans la Nature entiere, un *Effet ſans Cauſe*; ou un Effet général & permanant, auquel ils n'attribuoient qu'une Cauſe imaginaire & chimérique, qu'a proſcrit à jamais la ſaine Phyſique, dans ces derniers ſiecles.

### *OPINION DE GASSENDI, SUR LA PESANTEUR.*

1434. EXPLICATION. Pour rendre raiſon du grand phénomene de la *peſanteur des Corps terreſtres*, Gaſſendi imagina un *écoulement de Corpuſcules crochus*, dardés en tout ſens du ſein de la Terre, dans la direction de ſes Rayons prolongés. (*Fig.* 51).

Ce torrent de Corpuſcules, vient-il à rencontrer une Bombe ou un Caillou ou tel autre Corps quelconque? Il lui imprime un mouvement AT ou NT, diamétralement oppoſé au ſien TA ou TN.

Delà, la peſanteur de cette Bombe ou de ce Caillou; qui, par leur nature, ne tendoient pas plus à deſcendre qu'à monter dans la direction du Rayon; à ſe mouvoir par le rayon, que par la tangente.

RÉFUTATION. Le premier vice de cette hypotheſe, ainſi que de l'hypotheſe des Tourbillons, c'eſt de manquer totalement & de fondement & de vraiſemblance. Mais réaliſons pour un moment ce fabuleux écoulement de Corpuſcules crochus; & examinons quels effets phyſiques il devroit produire ſur les Corps terreſtres. (*Fig.* 51).

I°. Ces Corpuſcules dardés du ſein de la Terre, dans la direction de ſes Rayons prolongés TA, TB, TN, doivent néceſſairement rencontrer & heurter la ſurface des Corps qui eſt tournée vers la Terre.

Mais, ou ils y rencontreront des *Parties ſolides*; & alors ils communiqueront à ces parties, le même mouvement qu'ils ont; un mouvement qui, loin de les porter vers le centre de la Terre, tendra à les en

éloigner davantage : ou ils y rencontreront des *Pores vides & non réſiſtans ;* & alors ils continueront leur route ſans communiquer aucun mouvement au Corps qu'ils traverſent ſans aucun obſtacle.

II°. Ces Corpuſcules perſévéramment émanés du ſein de la Terre, ayant aſſez de force motrice pour imprimer un ſi grand mouvement de peſanteur aux Corps qu'ils rencontrent, doivent avoir néceſſairement une *Maſſe fort conſidérable :* ſans quoi, quelle que fût leur vîteſſe ; leur impulſion, ainſi que celle de la Lumiere, ſeroit inſenſible, & ne déplaceroit point les Corps qu'elle heurte.

Que devient donc cette *énorme quantité de Matiere*, qui jaillit ſans ceſſe & de toute part en torrens impétueux, du ſein de la Terre ? S'échappe-t-elle ſans retour, du ſein de la Terre ? La Terre ſeroit bientôt épuiſée par une telle perte. Revient-elle au ſein de la Terre ? Il lui faut donc *une Peſanteur ;* & il reſte à demander à Gaſſendi, d'où vient cette peſanteur, à la Matiere qui produit la peſanteur.

### *OPINION DE DESCARTES, SUR LA PESANTEUR.*

1435. EXPLICATION. Selon Deſcartes & ſelon tous ſes Sectateurs, la *Peſanteur* n'exiſte & ne réſide que dans les Corps compoſés d'une matiere rameuſe & cannelée ; & cette peſanteur a pour cauſe, l'*impulſion de la Matiere éthérée* (1384), qu'ils ſuppoſent n'avoir elle-même aucune peſanteur. (*Fig.* 53).

Pour faire concevoir ce prétendu Méchaniſme, d'après les idées cartéſiennes : ſoit S le centre d'un grand Tourbillon, par exemple, du Tourbillon ſolaire ; P, une Planete emportée dans la direction MN, par le courant du Tourbillon ; *a a*, *c c*, *r r*, *n n*, une foule de petits Globules ou de petits Tourbillons, contigus à la Planete.

I°. Tandis que tout le grand Tourbillon ſolaire TV,

QR, MPN, en faiſant ſa révolution autour du Soleil, emporte dans ſon Courant, d'occident en orient, la *Planete P*, enveloppée de toute part d'une infinité de *petits Tourbillons*, placés les uns au-deſſus & les autres au-deſſous de ſon centre : les petits Tourbillons plus éloignés *a a*, *c c*, diſent les Cartéſiens, ont plus de Viteſſe & par-là même plus de Force impulſive, que les petits Tourbillons moins éloignés *r r*, *n n*.

Donc les petits Tourbillons ſupérieurs *a a*, *c c*, tendent avec plus de force à s'éloigner du centre S ; que les petits Tourbillons inférieurs *r r*, *n n*.

II°. Les petits Tourbillons ſupérieurs *a a*, *c c*, ne peuvent tendre à s'éloigner du centre S du Tourbillon général, ſans tendre à ſe joindre ; & ſans tendre à pouſſer la Planete P vers le centre S du Tourbillon général.

De même, les petits Tourbillons inférieurs *r r*, *n n*, ne peuvent tendre à s'éloigner du centre S du Tourbillon général, ſans tendre à ſe joindre ; & ſans tendre à éloigner la Planete P du centre S du Tourbillon général.

Ainſi, ſi les Forces centrifuges des petits Tourbillons *a a* & *r r* étoient égales : la Planete P, livrée à ces deux forces égales & oppoſées, ne tendroit ni à s'éloigner ni à s'approcher du centre S du grand Tourbillon.

III°. Mais comme la Force impulſive eſt plus grande dans les petits Tourbillons ſupérieurs *a a*, que dans les petits Tourbillons inférieurs *n n* : la Planete P, indifférente par elle-même à s'approcher ou à s'éloigner du centre S, ſera ſans ceſſe pouſſée vers ce centre, par l'*excès de Force impulſive*, qu'ont les petits Tourbillons ſupérieurs *a a*, ſur les petits Tourbillons inférieurs *r r*.

En conſéquence de cette inégalité de Force centrifuge & impulſive, plus grande en *a a* qu'en *r r* :

la Planete P, toujours & par-tout enveloppée de petits Tourbillons, ſera toujours preſſée & pouſſée avec plus de force par les petits Tourbillons ſupérieurs dans la direction PS ; qu'elle n'eſt preſſée & pouſſée par les petits Tourbillons inférieurs dans la direction oppoſée SP.

Delà, ſelon les Cartéſiens, la gravitation ou la tendance de cette Planete P, vers le centre S : gravitation qui a pour Cauſe unique, l'*impulſion des petits Tourbillons contigus*, leſquels ont plus d'action en *a a* qu'en *r r*.

1436. RÉFUTATION I. Quoique nous ayons déjà détruit de fond en comble, la fable & la chimere des Tourbillons (1399) : ſuppoſons en pour un moment l'exiſtence ; & faiſons voir qu'ils ne cadrent pas mieux avec les *phénomenes de la Peſanteur*, qu'avec les phénomenes des Mouvemens céleſtes, dans les Planetes & dans les Cometes. (*Fig.* 53).

I°. Il eſt évident, & les Cartéſiens eux-mêmes ont été forcés d'en convenir, qu'*un Globe P*, placé dans un torrent de Matiere éthérée, élaſtique ou non élaſtique, doit néceſſairement ſe mouvoir avec la même vîteſſe que le Torrent qui l'entraîne. Ce Globe P a donc, ſoit dans ſa partie ſupérieure, ſoit dans ſa partie inférieure, *une Viteſſe*, & par-là même une Force centrifuge, préciſément égale à celle des petits tourbillons qui le touchent.

Donc ce Globe a dans ſa partie ſupérieure, de quoi ſe défendre contre l'excès de vîteſſe & de force centrifuge, que peuvent avoir les petits Tourbillons ſupérieurs *a a*, ſur les petits Tourbillons inférieurs *r r*.

Donc ce Globe, s'il eſt ſans peſanteur par lui-même, ne ſera pouſſé en aucune maniere vers le centre S du Tourbillon général, par l'excès de Force cen-

trifuge que peuvent avoir les petits Tourbillons plus éloignés *a a*, ſur les petits Tourbillons moins éloignés *r r*: puiſque ce Globe, ſoit en *a a*, ſoit en *r r*, eſt animé d'une force centrifuge, préciſément égale à celle des petits Tourbillons qui l'aſſiégent & qui pourroient le heurter.

II°. Les Cartéſiens ont ſenti la *force de cette Démonſtration;* & pour ſauver leur Théorie qu'elle ruinoit de fond en comble, ils ont imaginé dans les petits tourbillons qui touchent le Globe P, une force centrifuge, différente de celle qui naît du grand Tourbillon; une *Force centrifuge propre à chaque petit Tourbillon*, & qui naît d'une révolution rapide que fait ſans ceſſe ſur lui-même, chaque petit tourbillon *a*, *c*, *r*, *n*.

Ces *petits Tourbillons*, ſoit à raiſon de leur maſſe plus grande, ſoit à raiſon de leur révolution plus rapide ſur eux-mêmes, ont d'autant plus de *Force centrifuge propre*, ſelon les modernes Cartéſiens, qu'ils ſont plus éloignés du centres S de tout le grand Tourbillon.

Ainſi, le Globe P, qui a par-tout une force centrifuge égale à la force centrifuge des différentes couches du grand Tourbillon dans leſquelles il eſt placé, ſera pouſſé vers le centre S de ſa révolution, par l'excès de Force centrifuge propre, qu'ont les petits tourbillons ſupérieurs *a a* ſur les petits Tourbillons inférieurs *r r*.

La raiſon en eſt, dit-on, que ce Globe P, n'ayant que la force centrifuge commune à tout le grand Tourbillon, n'a rien qui puiſſe le ſouſtraire à la force centrifuge particuliere des petits tourbillons *a a*, *r r*, qui l'aſſiégent.

1436. II°. RÉFUTATION II. Mais ces *petits Tourbillons, farcis eux-mêmes indéfiniment d'autres plus petits*

*tourbillons*, ſatisfont-ils mieux aux phénomenes de la Peſanteur, ſoit dans le Ciel, ſoit ſur la Terre ? Non, ſans doute. Car, en leur faiſant grace, ſur leur défaut total de vraiſemblance, ſur l'évidente impoſſibilité de leur ſubſiſtance & de leur permanance : il eſt clair que de leur action & de leur influence, ne pourra jamais réſulter une Gravitation ou une Peſanteur, qui reſſemble en rien à celle qui exiſte dans les Corps terreſtres vers le centre de la Terre, dans les Planetes principales vers le centre du Soleil, dans les Planetes ſecondaires vers le centre de leur Planete principale. (*Fig.* 53).

I°. De quelque maniere que les tourbillons ſupérieurs *a a* précipitent le Globe ou la Planete P vers le centre S ; ſoit par un excès de Force centrifuge générale, ſoit par un excès de *Force centrifuge propre :* il s'enſuivra toujours de cette hypotheſe, de cette théorie, que la Planete P doit ſe porter avec un mouvement ſans ceſſe accéléré vers le centre du grand Tourbillon, ſans que rien puiſſe la garantir d'une telle chûte PS.

La raiſon en eſt, que la Planete P ne peut jamais avoir plus de Force centrifuge générale, que la Couche du grand Tourbillon qui l'entraîne ; & qu'elle eſt toujours en butte à l'excès de force centrifuge qu'ont les petits Tourbillons ſupérieurs *a a*, ſur les petits Tourbillons inférieurs *r r*. Ainſi, toutes les Planetes & toutes les Cometes devroient, ſelon cette Théorie cartéſiene, aller peu à peu s'engloutir dans le Soleil S.

II°. De quelque maniere que naiſſe l'Impulſion qui fait tomber les Corps vers certains Centres ; ſoit qu'elle vienne de la Force centrifuge générale, ſoit qu'elle vienne de la Force centrifuge propre : tous les Corps devroient tendre dans leur chûte, *non vers le centre du Tourbillon*, mais vers un point de l'Axe,

correſpondant à leur éloignement de l'Equateur du même Tourbillon.

La raiſon en eſt, que dans la révolution d'une Sphere ſur ſon Axe, toutes les tranches MN paralleles à l'Equateur, décrivent *leurs Cercles à part*, dont le centre eſt ſur l'Axe; & que les Forces centrifuges ſont toujours diamétralement oppoſées aux Forces centripetes. (*Fig.* 63).

Ainſi, *une Pierre M*, qui tombe librement dans une latitude de quarante-cinq degrés, devroit avoir ſa direction, non vers le centre T de la Terre, mais vers un point C de l'axe terreſtre, également éloigné & du centre de la Terre & du Pole voiſin.

III°. L'Expérience eſt parfaitement conforme à cette Induction, à cette Théorie. Car, ſi on fait tourner rapidement ſur ſon Axe PTP, un *Ballon ſphérique de verre*, plein d'une eau dans laquelle on aura mis une forte goutte d'huile, quelques petits morceaux de cire, ou tels autres corps plus légers que l'eau: pendant la révolution du Ballon ſphérique, l'Eau, par ſon excès de Force centrifuge, gagne partout la circonférence; & force les Corps plus légers qu'elle, à quitter la circonférence, & à deſcendre, non dans une direction MT, qui les porte vers le centre du Ballon, mais dans une direction MC qui les porte vers l'axe du Ballon, dans une latitude égale à celle qu'ils avoient au commencement de leur chûte. C'eſt donc en vain que l'on imagineroit des ſuppoſitions & des raiſonnemens, pour établir le contraire de ce que démontre l'Expérience.

Le Ballon ſphérique dont nous parlons, eſt, autant qu'il eſt poſſible de l'effectuer, l'*image du Méchaniſme cartéſien*. Or, dans ce Ballon, les Corps qui ont moins de Force centrifuge que le Fluide environnant, tombent, non vers le centre T, mais vers différens points de l'axe PTP. Donc, la même choſe devroit

devroit arriver aux Corps qu'emporte le Tourbillon de la Terre ; par exemple, à une Pierre qui tombe du haut d'un toit.

En France, cette Pierre M devroit donc tendre, non vers le centre T de la Terre, mais vers un point C de l'Axe terreſtre, également éloigné à peu près & du centre de la Terre & du pole boréal de la Terre : ce qui eſt évidemment contraire au phénomene de la gravitation des Corps terreſtres.

IV°. De quelque maniere que l'*impulſion des Tourbillons*, faſſe deſcendre les Corps, & leur donne la Peſanteur ; les Corps gravitans devroient avoir une *Peſanteur proportionnelle à leurs ſurfaces*, & non à leurs maſſes : puiſque les Corps en priſe à l'impulſion des Tourbillons, doivent recevoir un d'autant plus grand nombre de ſecouſſes égales, qu'ils préſentent plus de ſurface à la Force centrifuge générale ou particuliere des Tourbillons qui les aſſiegent & qui les forcent à deſcendre.

Or, la Peſanteur eſt proportionnelle aux maſſes, & non aux ſurfaces : donc la Peſanteur n'eſt point l'effet de l'impulſion des Tourbillons.

V°. De quelque maniere que l'impulſion des Tourbillons faſſe deſcendre les Corps, & leur donne la peſanteur ou la gravitation : les *Graves* ne devroient pas accélérer leur mouvement ſelon la ſuite des Nombres impairs. (366).

Car, à meſure que leur Mouvement s'accélere ; ce mouvement les ſouſtrait en partie à la percuſſion des Tourbillons, laquelle devenant par-là toujours plus foible, doit produire un effet moindre que celui qu'exprime la ſuite des Nombres impairs : puiſque l'effet exprimé par la ſuite des Nombres impairs, exige que la *Force accélératrice* ſoit conſtante & uniforme.

Donc, la théorie des Tourbillons, ne s'accorde

en aucune maniere, ni avec la théorie de Galilée, ni avec les autres phénomenes de la Peſanteur.

VI°. Il eſt certain que la *Matiere éthérée des Carteſiens*, ſi elle exiſte, a elle-même une *vraie Peſanteur*; ainſi que le reſte des Corps: donc la Peſanteur n'eſt pas l'effet de l'impulſion de cette Matiere éthérée.

Je démontre l'antécédent. Toutes les hypotheſes que l'on peut imaginer en faveur des Tourbillons, ſuppoſent toujours néceſſairement que la Matiere éthérée a un mouvement curviligne. Or, une telle ſuppoſition démontre dans la Matiere éthérée, une Gravitation ou une Peſanteur indépendante de l'Impulſion. Car, tout *Mouvement curviligne* renferme néceſſairement deux choſes, ſavoir, une Force projectile & une Force centripete; ou une tendance dans la direction de la tangente, & une autre tendance dans la direction du rayon.

Donc, l'Auteur de la Nature, au commencement des tems, imprima à la fois à cette Matiere éthérée, ſi elle exiſte, & un *Mouvement projectile*, & un *Mouvement central*, indépendans l'un de l'autre: puiſque ſi la Matiere éthérée, en commençant à ſe mouvoir, n'avoit eu que le mouvement projectile par la tangente, elle n'auroit point pu infléchir ſon mouvement dans la direction du rayon.

Donc, la Matiere éthérée, ſi elle exiſte, a elle-même, ainſi que toute autre Matiere, une gravitation ou une peſanteur dont il faut chercher la Cauſe. Donc, l'Hypotheſe carteſiene n'eſt propre en aucune maniere, à rendre raiſon du grand Phénomene de la peſanteur ou de la gravitation des Corps.

1437. OBJECTION. Les Preuves par leſquelles on établit ici la *Peſanteur de l'Ether carteſien*, peſanteur qui ruineroit de fond en comble toute la théorie des Tourbillons, ne paroiſſent point ſolides & plauſibles.

Car, ſuppoſons que le Mouvement projectile de la Matiere éthérée, ait commencé dans une *Concavité ſphérique ou elliptique*: ce Mouvement projectile, continuellement arrêté par la Concavité ſphérique ou elliptique, ſe ſera ſans ceſſe infléchi, ſans le ſecours d'une Force centrale, indépendante de l'Impulſion.

Or, c'eſt ainſi que les Cartéſiens ſuppoſent le Mouvement initial des Tourbillons, dans le Plein: où chaque couche eſt captivée par la couche ſupérieure, & captive la couche inférieure. Donc, ces Tourbillons ont pu infléchir leur Mouvement projectile, ſans le ſecours d'une Gravité ou d'une Peſanteur qui leur ſoit propre.

RÉPONSE. I°. Nous avons démontré dans notre Métaphyſique, que le Monde exiſtant n'eſt point & ne peut point être infini en étendue: qu'il y a, au-delà des parties extrêmes du Monde exiſtant, un *Eſpace incréé & infini*, vide de toute matiere, & capable de recevoir à l'infini dans ſon ſein, une nouvelle matiere. (*Mét.* 355 & 359).

Donc, il n'y a au-delà des dernieres couches des Tourbillons imaginés par les Cartéſiens, aucune concavité ſphérique ou elliptique, capable d'arrêter & d'infléchir le Mouvement projectile des dernieres couches des Tourbillons.

Donc, ſelon les Loix connues & démontrées du Mouvement, qui par ſa nature tend toujours à s'effectuer en ligne droite, & qui s'effectue toujours réellement en ligne droite, dès qu'il ceſſe d'être infléchi par quelque cauſe ou par quelque obſtacle (309): les dernieres couches des Tourbillons, enſuite les pénultiemes, enſuite toutes les autres ſucceſſivement & à l'infini, doivent ſe mouvoir en ligne droite, s'échapper par la tangente, ſe diſſiper & ſe perdre ſans re-

tour au loin dans le Vide infini : ſi elles n'ont point de gravitation ou de force centripete, qui les infléchiſſe perſévéramment, qui les retienne & les captive efficacement, autour du centre général de leur Tourbillon.

Donc, il eſt réellement & ſolidement démontré que la Matiere éthérée, ſi elle exiſte, a en elle-même une vraie gravité, une peſanteur réelle : ainſi que la Flamme, que la Fumée, que l'Air, que tous les Corps ſolides, liquides, & fluides, qui ſont ſoumis à nos expériences. (243).

II°. Quand même on paſſeroit aux Cartéſiens, le *chimérique Défaut d'eſpace*, qu'ils ont abſurdement imaginé au-delà des dernieres Couches de leurs grands Tourbillons, pour les captiver & pour les infléchir comme dans une Concavité ſphérique ou elliptique : leur hypotheſe n'en ſeroit pas moins inſoutenable, n'en ſeroit pas moins ruineuſe.

Car, indépendamment des autres Vices de toute eſpece, que nous avons déjà dévoilés dans cette romaneſque & chimérique Hypotheſe, & qui la détruiſent en mille & mille manieres différentes : n'eſt-il pas évident qu'en vertu du Frottement & de la Réſiſtance qu'éprouveroit la derniere couche de chaque grand ou petit Tourbillon dans ſa Concavité ſphérique ou elliptique, & qu'elle communiqueroit néceſſairement & ſucceſſivement à toutes les Couches plus voiſines du centre ; la *maſſe entiere du Tourbillon général*, devroit perdre ſans ceſſe une partie notable de ſon *Mouvement primitif ;* & ſe trouver bientôt réduite à une inaction totale & abſolue : puiſqu'il eſt démontré que le Mouvement ceſſe & périt dans tout Corps quelconque, par la réſiſtance qu'il eſſuie de la part d'un autre Corps ? (310).

Tel eſt le ſort attaché à toutes les romaneſques Hypotheſes : elles ne peuvent éviter un abyme, ſans

ſe précipiter dans un autre. *Incidit in Syllam, cupiens vitare Charybdim.*

### *OPINION DE LEIBNITZ, SUR LA PESANTEUR.*

1438. EXPLICATION. Un des plus zélés partiſans des Tourbillons, le fameux Leibnitz, reconnut & avoua que la *peſanteur des Corps*, ne pouvoit en aucune façon naître & réſulter de la Force centrifuge, générale ou particuliere, des Tourbillons. Pour concilier ce grand phénomene de la peſanteur des Corps, avec la théorie des Tourbillons : il attribua à l'Ether cartéſien, ſans détruire ſon mouvement de révolution générale & particuliere, un *nouveau Mouvement*, une tendance du centre à la circonférence du Tourbillon.

De ce nouveau Mouvement, que Leibnitz nomma *Radiation*, & auquel on a donné pour cauſe une *Ebullition générale* dans tout le grand Tourbillon, les Partiſans de Leibnitz ont tâché de faire réſulter la peſanteur des Corps : en diſant que les petits Tourbillons ne peuvent tendre par-tout du centre à la circonférence du grand Tourbillon, par une infinité de rayons ; ſans précipiter les Corps qu'ils rencontrent, vers le centre commun de tout le Tourbillon.

RÉFUTATION. I°. Il eſt évident que cette *Radiation*, que cette *Ebullition*, met un nouveau vice dans l'hypotheſe des Tourbillons : en la rendant encore plus compoſée, plus compliquée, plus ruineuſe, plus inadmiſſible & plus révoltante. (*Fig.* 53).

II°. Il eſt évident que le Mécaniſme de cette Radiation, de cette Ebullition, revient en grande partie, au Mécaniſme que nous avons déjà réfuté dans Gaſſendi ; & que ſi un tel mécaniſme pouvoit avoir quelque effet réel, ce ſeroit de pouſſer les Corps vers la

circonférence, & non vers le centre du Tourbillon. (1434).

III°. Il eſt évident qu'un Tourbillon ainſi imaginé eſt comme un Fluide qui ſeroit enfermé de toute part; & qui ſeroit preſſé en tout ſens dans ſon centre vers ſa circonférence. (622 & 856).

Or, il eſt clair qu'un tel Fluide, comme on le conçoit aiſément, & comme l'a obſervé & démontré le célebre Jean Bernouilly, doit, ſelon les Loix de l'Equilibre, être par-tout en repos: donc, un Corps placé dans ce Fluide, ſe trouvant également preſſé en tout ſens par le Fluide, doit auſſi être en repos, & n'acquérir aucune gravitation, aucune tendance vers le centre du Fluide.

Donc, le grand phénomene de la peſanteur des Corps, ne peut en aucune maniere, naître & réſulter de l'*impulſion des Tourbillons:* quelque mouvement que l'on ſuppoſe arbitrairement, & communément contre toute vraiſemblance, à ces Tourbillons.

### *L'ATTRACTION RÉCIPROQUE DES CORPS, VRAIE CAUSE DE LA PESANTEUR.*

1439. EXPLICATION. Selon Newton, la *peſanteur des Corps*, eſt un effet de la Loi générale d'attraction en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances: ſoit dans le Vide, ſoit hors du Vide.

Dans les Principes de Newton, la Peſanteur convient généralement à toute Matiere quelconque, ſolide, fluide, liquide: parce que toute Matiere eſt également en priſe à l'Action du Corps qui l'attire vers lui, avec une force qui eſt toujours & par-tout le produit de ſa maſſe, diviſé par le quarré de ſa diſtance au Corps attiré: quelle que ſoit & la nature & la maſſe du Corps attiré. (1418).

## PROPOSITION.

1440. *La peſanteur des Corps, eſt un effet, non de l'Impulſion, mais de l'Attraction.*

DÉMONSTRATION. Il eſt évident que la Peſanteur eſt un *Effet général* ou un Phénomene général dans la Nature, où nous voyons tous les Corps graviter vers certains Centres communs; & que cet Effet général ou ce Phénomene général doit néceſſairement réſulter & découler quelque Cauſe générale des Phénomenes de la Nature.

Or, les *deux Cauſes générales des Phénomenes de la Nature*, ſont l'Impulſion & l'Attraction: donc la Peſanteur doit néceſſairement réſulter de l'une de ces deux cauſes, ſi elle ne réſulte pas de toutes les deux à la fois.

I°. Il eſt certain que la *peſanteur des Corps*, ne réſulte point de l'Impulſion, ou n'a point pour cauſe l'Impulſion:

En premier lieu, parce que cette peſanteur exiſte & agit dans les Planetes & dans les Cometes, qui ſont placées dans des eſpaces vides, dans des eſpaces où il n'y a aucune Matiere impulſive, dans des eſpaces où la peſanteur ne peut être produite & perpétuée par aucune impulſion quelconque. (1399):

En ſecond lieu, parce qu'en réaliſant même toutes les *fabuleuſes hypotheſes d'Impulſion*, d'où l'on voudroit faire découler la peſanteur des Corps: il n'en peut jamais naître une Peſanteur telle qu'elle exiſte dans la Nature, une peſanteur telle que la montrent les Phénomenes. (1436).

II°. Il eſt certain que la peſanteur eſt une *Propriété commune à tous les Corps*, ſolides, liquides, fluides, à la terre, à l'eau, à l'air, aux vapeurs les plus ſubtiles, à la fumée, à la flamme, à tous les

Corps qui peuvent être ſoumis à nos expériences & à nos obſervations. (243).

La Preuve en eſt, que tous les Corps expoſés à nos obſervations, gravitent les uns vers les autres; la Lune vers la Terre, les Cometes & les Planetes principales vers le Soleil, les Planetes ſubalternes vers leur Planete principale, même dans des eſpaces où ne ſe trouve certainement *aucune Matiere* propre à leur donner une impulſion & une peſanteur; & que la Matiere la plus ſubtile qu'ait pu imaginer & concevoir l'eſprit humain, a néceſſairement une peſanteur propre, une Peſanteur qui infléchit ſans ceſſe ſon mouvement, ſi elle exiſte. (1436 & 1437).

La Peſanteur eſt donc évidemment une Propriété commune à tous les Corps quelconques, du moins dans notre Monde planétaire; & il eſt démontré, ainſi que nous l'avons fait voir & ſentir précédemment, que les phénomenes de la Peſanteur, de cette Propriété commune à tous les Corps quelconques, ne peuvent aucunement ſe concilier avec la théorie de l'Impulſion. (1436).

III°. Il n'eſt pas moins certain que les *phénomenes de la Peſanteur*, tels que les montrent par-tout l'Expérience & l'Obſervation, autour de nous ou loin de nous, cadrent en tout & par-tout avec la théorie de l'Attraction mutuelle des Corps. Car, étant donnée la Loi d'attraction réciproque, en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, entre tous les Corps de notre Monde planétaire, (1416): on déduira de cette Loi démontrée, tous les phénomenes de la peſanteur des Corps, tels que l'expérience & l'obſervation les ont fait découvrir. Par exemple, de cette *Loi générale d'attraction*, il réſulte, (*Fig.* 6 & 8):

En premier lieu, que tous les Corps qui forment le *Globe terreſtre*, ou qui appartiennent de près ou de

loin à ce Globe, doivent graviter directement vers ſon centre, (1419) :

En ſecond lieu, que ſi le Globe terreſtre n'eſt point parfaitement ſphérique, la gravitation ne doit pas tendre par-tout préciſément au centre, mais vers un Point d'un petit Noyau pris autour du centre de ce Globe, (1374 & 1420) :

En troiſieme lieu, que la gravitation d'un Corps plus éloigné du centre de la Terre, doit être moindre que celle d'un Corps plus voiſin de ce même centre de la Terre ; & que cette gravitation eſt toujours & par-tout en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, (251 & 1272) :

En quatrieme lieu, que dans un même eſpace vide & ſans aucune réſiſtance, une Plume & un Boulet de canon, doivent tendre avec une même vîteſſe vers le centre de la Terre ; étant en priſe l'une & l'autre à la même Force accélératrice, qui eſt l'Attraction active de la Terre, (245 & 1415) :

En cinquieme lieu, qu'en vertu de cette Force accélératrice, la chûte des Corps, doit s'accélérer dans le Vide, ſelon la ſuite des Nombres impairs, pourvu que les eſpaces parcourus ne ſoient pas bien conſidérables : mais que ſi cette chûte s'effectuoit dans un très-grand eſpace & duroit aſſez long-tems, le Mouvement accéléré croîtroit dans un rapport plus grand que celui des Nombres impairs ; parce qu'alors la Force accélératrice ceſſeroit d'être ſenſiblement uniforme & iroit en croiſſant relativement au Corps attiré, (366) :

En ſixieme lieu, que la Terre doit graviter vers la Lune ; de même & par la même raiſon que la Lune gravite vers la Terre, (1411) :

En ſeptieme lieu, que les Satellites de Saturne & de Jupiter, doivent graviter vers leur Planete principale ; ainſi que la Planete principale gravite vers le

Soleil ; ainſi que la Lune gravite vers la Terre :

En huitieme lieu, que deux Planetes aſſez voiſines, par exemple, Saturne & Jupiter en conjonction, doivent agir réciproquement l'une ſur l'autre, altérer la régularité de leur Courbe & de leur Mouvement ; comme la choſe arrive en effet, (1445) :

En neuvieme lieu, que dans les Planetes plus éloignées du Soleil, la gravitation ou la peſanteur, vers cet Aſtre, doit être moindre que dans les Planetes qui en ſon plus voiſines ; & que leurs peſanteurs reſpectives vers le Soleil, doivent être toujours & par-tout, comme elles le ſont en effet, en raiſon inverſe des quarrés de leurs différentes diſtances à cet Aſtre ; (1273) :

En dixieme lieu, que dans les Cometes, qui ſont tantôt très-près, & tantôt immenſement loin du Soleil, la Peſanteur doit immenſement varier dans les différentes portions de leur Courbe ; comme il eſt démontré qu'elle y varie en effet immenſement ; & ainſi du reſte.

IV°. A qui pourroit-on perſuader que tous les différens *phénomenes de la Peſanteur des Corps*, puiſſent s'accorder en tout & par-tout avec la Loi d'une attraction univerſelle entre tous les Corps ; ſans émaner de cette Loi, ſans être un effet de cette Loi ?

A qui pourroit-on perſuader que tous les phénomenes de la Peſanteur des Corps, puiſſent être en tout & par-tout en oppoſition avec la théorie de l'Impulſion ; & cependant, naître conſtamment & univerſellement de la Loi d'impulſion ?

Il eſt donc certain & démontré par l'obſervation des Phénomenes, que le *grand Phénomene de la peſanteur des Corps*, a pour Cauſe, non l'Impulſion, ſous quelque point de vue qu'on l'enviſage ; mais l'Attraction réciproque & univerſelle, en raiſon directe des

naſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. C. Q. F. D.

## PARAGRAPHE SECOND.

### LE MOUVEMENT CURVILIGNE DES PLANETES ET DES COMETES, EFFET DE LA LOI D'ATTRACTION.

1441. OBSERVATION. AVANT Newton, Képler avoit trouvé, par le moyen des Obſervations aſtronomiques, que toutes les Planetes principales ſont animées d'une *Force centrale ou centripete*, toujours & par-tout en raiſon inverſe des quarrés de leurs diſtances du Soleil; & que cette Force centrale, tantôt plus & tantôt moins grande dans chaque Planete iſolée, infléchit tantôt plus & tantôt moins ſon mouvement projectile, ſur chaque point de ſon orbite. Telle eſt la fameuſe Découverte de Képler, qui eſt devenue la baſe fondamentale de toute la théorie de Newton, & par-là même de toute l'Aſtronomie, & en général de toute ou de preſque toute la Phyſique.

I°. Newton chercha dans la Nature, la *Cauſe de cette Force centrale :* force toujours & par-tout variable; force toujours & par-tout en raiſon inverſe du quarré de la diſtance au Soleil.

Et après avoir démontré que l'Impulſion n'en eſt point & ne peut point en être la Cauſe phyſique : il trouva & il démontra que cette Force centrale a pour Cauſe phyſique, l'*Attraction réciproque* qui regne entre tous les Corps de la Nature, ſoit dans le Vide, ſoit hors du Vide.

II°. Newton obſerva que la même Loi d'une Force centrale en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, infléchit le Mouvement projectile des Planetes ſecondaires autour de leur Planete principale, des Come-

tes autour du Soleil ; & il démontra que cette Force centrale dans les Cometes, a pour cauſe phyſique, l'Attraction active du Soleil ; que cette Force centrale dans les Planetes ſecondaires, a pour cauſe phyſique l'Attraction active de la Planete principale.

III°. En généraliſant cette théorie, Newton trouva & démontra, qu'étant donnée la *Loi d'une Attraction réciproque entre tous les Corps de la Nature, en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances* (1412 & 1416) : la Nature doit nous offrir dans le Ciel, tous les Phénomenes que nous y obſervons, avec toutes leurs circonſtances, avec toutes leurs dépendances, avec toutes leurs petites irrégularités ; & les obſervations aſtronomiques que l'on a faites depuis Newton, dans toutes les Contrées de notre Globe, ont fait voir que la théorie de ce grand homme, eſt en tout & par-tout la théorie même de la Nature.

## PROPOSITION I.

1442 *Tous les phénomenes du Mouvement curviligne des Planetes & des Cometes, réſultent & découlent de la Loi générale d'une Attraction réciproque entre le Soleil & ces Aſtres opaques.*

DÉMONSTRATION. Etant donnée la *Loi d'une Attraction mutuelle & univerſelle*, en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, qui n'eſt autre choſe que la Découverte même de Képler, développée par Newton, adoptée par tous les Aſtronomes modernes, & confirmée en tout point par les Obſervations aſtronomiques les plus certaines & les plus exactes : de cette Loi réſulteront les divers Phénomenes ſuivans. (*Fig.* 30 & 31).

I°. Les Planetes & les Cometes ſe mouvront en *Ligne courbe*, autour de certains Centres : puiſque leur

Mouvement projectile par la tangente, ſera ſans ceſſe infléchi par une Force centrale ou centripete, fruit de l'Attraction active du Corps qui les attire ; par exemple, de l'énorme maſſe du Soleil, dont le volume eſt environ douze cens mille fois plus grand que celui de la Terre.

II°. Les Planetes & les Cometes décriront des *Courbes différemment excentriques*, & en un ſens quelconque : ſelon la différente combinaiſon où ſe trouva dans elles, la Force projectile & la Force centrale, au moment où commença leur révolution, au ſein du Vide immenſe. (1285).

III°. La *Courbe* d'une même Planete, d'une même Comete, répondra toujours, du moins pendant un très-long-tems, aux mêmes points du Ciel : puiſque le Mouvement projectile de cette Planete ou de cette Comete, quoique perſévéramment infléchi vers le Point central par la Force attractive de ce Point central, n'eſt en priſe à aucune cauſe qui puiſſe le tirer hors du Plan primitif où il a commencé. (1266).

IV°. Le *Rayon vecteur* d'une même Planete, d'une même Comete, décrira toujours des Aires égales, dans des tems égaux ; des Aires proportionnelles aux tems, dans des tems inégaux : puiſque la Planete ou la Comete, dans ſa Courbe, eſt toujours & par-tout animée d'une Force centrale, propre à produire ces effets. (1279).

V°. Le Mouvement d'une même Planete ou d'une même Comete, dans ſa Courbe elliptique, ſera alternativement accéléré & retardé : ſelon qu'elle s'éloignera ou qu'elle s'approchera du Point central qui l'attire. (1275).

Sa *Viteſſe abſolue* croîtra & décroîtra toujours en raiſon inverſe de ſes Rayons vecteurs ; & ſa *Viteſſe angulaire*, en raiſon inverſe des quarrés de ſes Rayons vecteurs. (1281 & 1282).

VI°. L'*Axe d'une même Planete*, l'Axe autour duquel s'effectue ſon Mouvement de rotation, reſtera toujours, du moins pendant un très-long-tems, ſenſiblement parallele à lui-même : puiſque le *Point central*, où réſide la Force attractive, par exemple, le centre du Soleil, eſt toujours ſenſiblement à la même diſtance des deux extrémités de cet Axe de la Planete ; & que ce Point central n'exerce pas plus d'action attractive ſur une extrémité de cet axe que ſur l'autre, pendant la révolution périodique de la Planete autour de lui. (1327).

Cet Axe pourra cependant être ſenſiblement infléchi à la longue : mais ce ſera encore un effet, ou de l'attraction du Soleil, ou de l'attraction de quelque Planete voiſine : comme la choſe arrive en effet, & dans l'*axe de la Lune*, qui a un petit mouvement de libration ; & dans l'*axe de la Terre*, auquel le renflement de l'Equateur occaſionne un mouvement de révolution conique autour des Poles de l'Ecliptique. (1244 & 1328).

VII°. Les *Viteſſes moyennes de deux Planetes*, ſeront entr'elles en raiſon inverſe des Racines quarrées de leurs moyennes diſtances du Centre de leur attraction ; & les quarrés de leurs Tems périodiques ſeront entr'eux, comme les Cubes de leurs moyennes diſtances à ce même Centre de leur attraction. (1303).

On voit par-là, comment d'une *Force centrale*, toujours & par-tout en raiſon inverſe du quarré des Rayons vecteurs, ou comment de la Loi générale d'attraction, établie & démontrée par Newton, réſultent & découlent, conformément aux Découvertes de Képler, conformément aux Obſervations des modernes Aſtronomes, tous les phénomenes du Mouvement curviligne des Planetes & des Cometes, autour de leur Centre de gravitation. C. Q. F. D.

## PROPOSITION II.

1443. *Les irrégularités du Mouvement de la Lune, la Révolution rétrograde de l'Equateur terreſtre, les inégalités du Mouvement de Saturne & de Jupiter, la petite Révolution du Soleil autour d'un centre près non loin de ſon centre, réſultent uniquement de la Loi générale d'une Attraction réciproque entre tous les Corps qui compoſent notre Monde planétaire.* (Fig. 14).

EXPLICATION I. Il eſt conſtant, d'après les Obſervations aſtronomiques, que la Lune décrit autour de la Terre, une Orbite elliptique AMBNA : que cette Orbite elliptique eſt tantôt un peu plus & tantôt un peu moins inclinée ſur le plan de l'Ecliptique MRN, PXY : que cette orbite elliptique tantôt s'élargit & tantôt ſe retrécit, d'une petite quantité : que les Abſides, ou les deux Points les plus éloignés du centre de cette Orbite elliptique, ont un mouvement de révolution périodique, d'occident en orient & ſelon la ſuite des Signes : que les Nœuds M & N de cette même Orbite, ont un mouvement de révolution périodique, d'orient en occident, contre l'ordre des Signes.

Or, tous ces phénomenes réſultent & découlent de la Loi générale d'une attraction réciproque entre la Terre, la Lune & le Soleil. Car, de l'Attraction active de la Terre & du Soleil ſur la Lune, naît une Force compoſée, à laquelle nous avons donné le nom de *Force perturbatrice ;* & de laquelle proviennent toutes les irrégularités que l'on obſerve dans le Mouvement de cette Planete. Par exemple :

I°. *L'Attraction active du Soleil, doit ſans ceſſe altérer la viteſſe ou le mouvement projectile de la Lune :* puiſque cette Action attractive du Soleil, le diminue pendant le premier & le troiſieme quart de ſa ré-

volution; l'augmente pendant le ſecond & le dernier quart de cette même révolution. (1237).

IIº. *L'Action attractive du Soleil, doit ſans ceſſe altérer la peſanteur de la Lune vers la Terre, ou ſa Force centrale:* puiſque cette action attractive du Soleil, augmente cette peſanteur d'environ $\frac{1}{178}$ dans les quadratures; la diminue d'environ $\frac{1}{89}$ dans les ſyzigies; la diminue plus long-tems, qu'elle ne l'augmente, dans chaque mois lunaire. (1237).

IIIº. *L'Action attractive du Soleil, doit produire une révolution rétrograde dans les Nœuds de la Lune:* puiſque, à meſure que la Lune ſort du plan de l'Ecliptique & s'écarte ſucceſſivement de ce plan, où reſte toujours placé le Soleil; elle ſe trouve perſévéramment en priſe à l'Action attractive de cet Aſtre, qui en l'attirant à lui, tend ſans ceſſe à la preſſer & à la porter vers un Point plus occidental de l'Ecliptique, dans le paſſage d'un Nœud à l'autre Nœud: comme nous l'avons expliqué ailleurs. (1239).

IVº. *L'Action attractive du Soleil, doit produire une révolution directe dans la ligne des Abſides, ou dans le grand axe de l'Orbite lunaire.* Car, ſi le Soleil ceſſoit d'agir ſur la Lune: la peſanteur ou la force centrale de la Lune vers la Terre, n'étant troublée & altérée par aucune cauſe, ſuivroit exactement la raiſon inverſe des quarrés des diſtances, ſur tous les points de ſa Courbe; conformément à la Loi de Képler, ou à la Loi commune à tous les Corps qui décrivent des Courbes rentrantes ſur elles-mêmes; & alors, dans tous les points également éloignés du centre de la Terre, cette *Force centrale* infléchiroit également le mouvement projectile de la Lune. D'où il arriveroit que ce Mouvement projectile de la Lune, toujours uniformément infléchi dans les différens points correſpondans de l'Orbite lunaire, produiroit une Courbe fixe & conſtante AMBNA, dont

dont le grand axe ATB ſeroit toujours dirigé vers les mêmes points du Ciel. (*Fig.* 14).

Mais la choſe n'eſt point ainſi. Car l'action attractive du Soleil, augmente la peſanteur ou la force centrale de la Lune vers la Terre, dans les quadratures; la diminue dans les ſyzigies; l'augmente moins dans les quadratures, qu'elle ne la diminue dans les ſyzigies. (1237).

D'où il réſulte que, tout compenſé, la force centrale de la lune vers la Terre, eſt diminuée pendant chaque révolution entiere.

1443. II°. REMARQUE. En ſuppoſant que la Terre eſt en S, au foyer de l'Orbite lunaire LAML; & que le dernier Apogée de la Lune, a été en M: tandis que la Lune paſſe du périgée au nouvel apogée, ſon Mouvement projectile eſt infléchi avec une force moindre que celle qui répond à la raiſon inverſe des quarrés des diſtances. (*Fig.* 55).

Ce Mouvement projectile, étant moins infléchi, s'écarte moins de la tangente à chaque inſtant: s'écartant moins de la tangente à chaque inſtant, il doit arriver & plus tard & plus loin & ſur un point plus oriental *m*, au degré d'inflexion qui donne l'Angle droit ſur le Rayon vecteur.

Or, ce ſeul lieu de l'Angle droit *m*, eſt l'apogée de la Lune: donc l'Apogée de la Lune doit devenir continuellement plus oriental; & avoir un mouvement direct ſelon l'ordre des Signes PQRTVXP.

Ainſi, ſi le *grand Axe de l'Orbite lunaire*, eſt maintenant LSM: ce grand Axe, dans la révolution ſuivante, ſera *r*S*m*: comme nous l'avons annoncé ailleurs. (1241).

1444. EXPLICATION II. Il eſt démontré par les Obſervations aſtronomiques, que tout le Firmament a un *Mouvement réel ou apparent*, d'occident en orient

& ſelon l'ordre des Signes, autour des poles de l'Ecliptique, lequel s'effectue en 25740 ans. (1131).

Il eſt certain, d'après la théorie pleinement démontrée du vrai Syſtême du Monde, que ce Mouvement n'eſt qu'apparent, dans le Firmament; & qu'il eſt occaſionné par un *Mouvement réel dans la Terre*, d'orient en occident & contre l'ordre des Signes, autour d'un Axe terreſtre, parallele à l'axe de l'Ecliptique. (1196 & 1327).

Ce *Mouvement rétrograde de la Terre*, a pour Cauſes phyſiques, & l'action attractive du Soleil ſur l'Anneau ſaillant de l'Equateur terreſtre, lequel eſt oblique au plan de l'Ecliptique; & l'action attractive de la Lune ſur le même Anneau ſaillant, lequel eſt auſſi oblique au plan de l'Orbite lunaire: comme nous l'avons déjà expliqué ailleurs. (1328 & 1329).

De cette *double Action attractive* du Soleil & de la Lune, ſur la partie renflée & ſaillante de l'Equateur terreſtre, naît dans la Terre un Mouvement rétrograde, qui en affecte généralement toutes les parties, autour d'un Axe terreſtre *d*T*e*, parallele à l'Axe DTE de l'Ecliptique, (*Fig.* 6):

Et de ce Mouvement rétrograde dans tout le Sphéroïde terreſtre autour d'un axe parallele à l'axe de l'Ecliptique, réſulte un *Mouvement apparent en un ſens oppoſé*, dans tout le Ciel étoilé, & le grand phénomene de la préceſſion des Equinoxes.

1445. EXPLICATION III. Il eſt conſtant, d'après les Obſervations aſtronomiques, que les *Orbites des Planetes*, ſont ſenſiblement fixes & immobiles; & que les Aphélies de ces Orbites, répondent conſtamment aux mêmes Points du Ciel, pendant un tems aſſez long: que ces mêmes Aphélies, dans les orbites des Planetes placées entre le Soleil & Saturne, ont cependant un *petit Mouvement réel ſelon l'ordre des*

*Signes*, lequel devient ſenſible au bout d'un certain nombre de révolutions : que cette lente progreſſion des Aphélies, eſt plus grande dans Jupiter, quand il eſt en conjonction avec Saturne ; plus petite, quand il eſt en oppoſition (*Fig.* 4 & 31).

Ces phénomenes découlent encore de la Loi générale d'une Attraction réciproque entre tous les Corps de notre Monde planétaire, & achevent de lui donner le dernier & le plus haut degré de certitude.

I°. Selon la théorie de l'Attraction, *les orbites des Planetes, doivent être, comme elles le ſont en effet, ſenſiblement fixes & immobiles dans le Ciel, pendant un tems aſſez long.* Car, il eſt clair que chaque Planete, en paſſant du périhélie à l'aphélie, ou de l'aphélie au périhélie, doit parcourir toujours la même route, décrire la *même Courbe*, avoir ſes périhélies & ſes aphélies dans les mêmes points du Ciel : ſi dans tous les points également éloignés de l'Aphélie, par exemple, elle eſt toujours uniquement en priſe & à la même Force projectile, propre à l'emporter par la tangente ; & à la même Force centrale, propre à l'emporter par le rayon.

Or, dans chaque point également éloigné de l'Aphélie de part & d'autre, ſoit en montant, ſoit en deſcendant ; chaque Planete eſt en priſe, & à la même Force projectile, & à la même Force centrale née de l'attraction du Soleil ; ſans qu'aucune autre Cauſe agiſſe ou puiſſe agir ſur elle, dans le Vide immenſe des Cieux. Donc, ſon mouvement projectile & ſon mouvement central, qu'aucune Cauſe étrangere n'altere, la porteront conjointement par la même route, & lui feront décrire la *même Courbe :* ſans que l'on puiſſe appercevoir aucun changement dans cette Courbe, pendant un tems aſſez long.

II°. Selon la théorie de l'Attraction, *les Aphélies*

*des Planetes placées entre le Soleil & Saturne, doivent cependant avoir un très-petit Mouvement direct, ſelon l'ordre des Signes : mouvement qui pourra devenir ſenſible au bout d'un aſſez grand nombre de révolutions.* Car, l'Attraction étant mutuelle & réciproque entre tous les Corps : il eſt clair que lorſque la Terre T eſt placée entre Saturne & le Soleil, elle doit être attirée d'une part par le Soleil, & de l'autre par Saturne : ce qui diminue un peu ſa peſanteur ou ſa tendance vers le Soleil ; & ainſi des autres Planetes. (*Fig.* 4).

Or, quoique l'*Attraction active du Soleil*, ſoit immenſement plus grande que celle de chaque Planete en particulier, que celle de toutes les Planetes priſes enſemble ; cette Attraction active des Planetes entre elles, eſt cependant poſitive & réelle : puiſqu'elle eſt toujours le *Produit de leur maſſe*, diviſé par le quarré de leur diſtance au Corps qu'elles attirent.

Ainſi, cette Attraction active des Planetes entre elles, doit toujours avoir un *Effet réel ;* & cet effet réel eſt la lente progreſſion de leurs Aphélies & de leurs Périhélies.

1445. II°. REMARQUE. Pour rendre plus ſenſible l'explication de ce *Mouvement direct des Aphélies & des Périhélies*, dans les Planetes placées entre Saturne & le Soleil : ſoit S le Soleil ; A Jupiter ; B Saturne en conjonction avec Jupiter, étant vus l'un & l'autre du Soleil ; M l'Aphélie précédent de Jupiter ; N l'Aphélie précédent de Saturne. (*Fig.* 55).

Selon la théorie établie & démontrée de l'Attraction : Jupiter en A, eſt attiré par Saturne B ; & cette Action attractive de Saturne ſur Jupiter, diminue la peſanteur ou la tendance de Jupiter vers le Soleil.

De même, Saturne en B, eſt attiré par Jupiter ; & cette Action attractive de Jupiter ſur Saturne, augmente la peſanteur de Saturne vers le Soleil.

En vertu de cette *Attraction réciproque*, Saturne doit s'abaiſſer au-deſſous de ſon Orbite BN : Jupiter doit s'élever au-deſſus de la ſienne AM.

I°. Si la *Force centrale de Jupiter A*, n'étoit altérée en rien par l'Action attractive de Saturne B : Jupiter parcourroit ſimplement l'Arc AM ſans ſortir de ſa Courbe précédente A M L A. Son mouvement projectile auroit acquis en M, comme dans la révolution précédente, l'inflexion qui donne l'angle droit ſur le rayon vecteur : il ſeroit dans ſon Aphélie en M ; & cet Aphélie M, vu du Soleil, ſeroit rapporté en V.

Mais, comme la Force centrale de Jupiter, eſt altérée & diminuée par l'action attractive de Saturne placé au-deſſus & auprès de lui : le *Mouvement projectile de Jupiter*, eſt ſans ceſſe moins infléchi par la Force centrale devenue plus foible ; & ce Mouvement projectile a beſoin de durer plus long-tems, d'eſſuyer un plus grand nombre de ſecouſſes attractives, de parcourir un eſpace ou un arc plus conſidérable ; pour arriver au degré d'inflexion, qui donnera & l'Angle droit & l'Aphélie en *m*.

Cet Aphélie *m*, qui eſt toujours le Point où le Mouvement projectile fait un angle droit ſur le Rayon vecteur le plus grand : cet Aphélie, dis-je, vu du Soleil, ſera rapporté en X, dans un point du Ciel plus oriental & plus avancé ſelon l'ordre des Signes PQRTVXP.

II°. On conçoit que Jupiter doit produire ſur Mars, Mars & Jupiter ſur la Terre, la Terre ſur Vénus, Vénus ſur Mercure, des *Effets ſemblables* à celui que nous venons d'expliquer ; une Progreſſion directe & plus ou moins lente dans les Aphélies, & par-là même dans les périhélies de leurs Orbites.

III°. Par la raiſon contraire, Saturne B, au lieu de parcourir l'arc BN, ne parcourra que l'arc Bn =

pour arriver à ſon Aphélie *n*, qui ſera vu en T.

La raiſon en eſt, que le Mouvement projectile de Saturne, qui eſt ſans ceſſe infléchi avec plus de force par l'Attraction conjointe du Soleil & de Jupiter, a beſoin de moins de tems & de moins de ſecouſſes attractives, pour acquérir le degré d'inflexion qui donnera & l'Aphélie & l'Angle droit ſur le Rayon vecteur en *n*: de ſorte que ſon Aphélie *n*, au lieu d'avoir avancé, comme celui de Jupiter, aura au contraire rétrogradé.

Si Jupiter étant en A, Saturne étoit en D; leur *Attraction réciproque*, diminuée en raiſon inverſe des quarrés de leur diſtance, ſeroit trop foible pour opérer ſur eux le trouble & l'altération que les Aſtronomes y ont obſervé; & que nous venons d'expliquer.

La Planete de Herſchel, à raiſon de ſon immenſe éloignement & de la petiteſſe de ſa maſſe, doit n'avoir que très-peu d'influence ſur Saturne placé au-deſſous d'elle; & n'y altérer qu'infiniment peu la marche des Aphélies & des Périhélies.

1446. OBJECTION. Puiſque l'*Attraction de Jupiter*, fait rétrograder l'Aphélie de Saturne: l'attraction de la Terre, doit de même & par la même raiſon, faire rétrograder l'Aphélie de Mars. L'attraction de Vénus, ſera auſſi rétrograder l'Aphélie de la Terre; & l'attraction de Mercure, l'Aphélie de Vénus. Donc, l'attraction des Planetes plus éloignées, étant contre-balancée par l'attraction des Planetes moins éloignées: leurs Aphélies & leurs Périhélies ne doivent, ni avancer, ni reculer. (*Fig.* 4 & 55).

RÉPONSE. Si les Attractions actives des Planetes entre elles, étoient toutes égales; leurs *Actions attractives* ſe détruiroient réciproquement: elles ſeroient toutes ſans aucun effet, & ne produiroient point la

lente Progreſſion des Aphélies, que nous venons d'expliquer.

Mais ces Attractions actives & mutuelles entre deux Planetes quelconques, ſont inégales : puiſqu'elles ſont le produit de deux maſſes inégales, diviſé par le quarré de deux diſtances égales (1418) : elles doivent donc produire un *Effet réel*, l'effet dont nous venons de faire mention.

Par exemple, Jupiter attire plus Saturne, qu'il n'eſt attiré par Saturne : parce que celui-là a plus de maſſe que celui-ci. De même, Jupiter eſt plus attiré par Saturne, que par Mars plus petit : Mars eſt plus attiré par Jupiter plus grand, que par la Terre plus plus petite : la Terre eſt plus attirée par Jupiter & par Mars, que par Vénus & par Mercure : Vénus eſt plus attirée par la Terre, que par Mercure.

Delà, le phénomene de la *lente Progreſſion des Aphélies & des Perihélies*, qui ſe fait à la fin remarquer dans les Orbites des Planetes placées entre le Soleil & Saturne, au bout d'un nombre plus ou moins grand de révolutions périodiques.

1447. EXPLICATION IV. La Loi d'attraction étant mutuelle & réciproque entre tous les Corps qui compoſent notre Monde planétaire : il en réſulte que *les Planetes doivent attirer à elles le Soleil* ; ainſi que le Soleil attire à lui les Planetes.

Delà, un *Mouvement de révolution*, dans le centre du Soleil, autour d'un centre ou d'un foyer pris non loin du centre même de cet Aſtre. (*Fig.* 55).

I°. Le Soleil étant immenſement plus grand que la Terre, incomparablement plus grand que toutes les Planetes priſes enſemble (1190) : il s'enſuit que ſa *Vertu attractive* à l'égard des Planetes, vertu toujours proportionnelle à la maſſe attirante, eſt incomparablement plus grande que celle des Planetes à l'égard

du Soleil; & par conſéquent, que l'Action attractive des Planetes, pendant leur révolution autour du Soleil, ne peut que très-peu écarter & éloigner cet Aſtre, de ſon centre S.

II°. Selon les calculs de Newton, quand même toutes les Planetes, pendant leur révolution autour du Soleil, ſeroient toujours rangées dans une *même Ligne droite SMN*, menée par leurs centres & par le centre de cet Aſtre: la ſomme de toutes leurs Forces attractives réunies, n'attireroit pas le Soleil vers elles, d'une quantité égale à un de ſes demi-diametres d'environ 160 mille lieues. (1190).

Mais, comme les Planetes, pendant leur révolution autour du Soleil, ſe trouvent preſque toujours placées ſous des points du Ciel tout différens, l'une ſous le Bélier, l'autre ſous la Balance, celle-là ſous le Cancer, celle-ci ſous le Capricorne, & ainſi du reſte: il eſt clair que leur Action attractive ſur le Soleil, ſe contrarie preſque ſans ceſſe; & doit incomparablement moins éloigner cet Aſtre, du centre ou du foyer autour duquel il fait ſa très-petite révolution périodique. (*Fig.* 4 & 55).

III°. Comme toutes les Planetes vont d'occident en orient, ſelon l'ordre des Signes; & que l'*Action attractive des Planetes ſur le Soleil*, ſuit néceſſairement leur marche: il s'enſuit que ce centre du Soleil, où aboutiſſent toutes les Attractions des Planetes, doit avoir ſa petite Révolution, & décrire ſa *petite Courbe*, vraiſemblablement fort irréguliere, d'occident en orient & ſelon l'ordre des Signes.

## PARAGRAPHE TROISIEME.

### LE FLUX ET LE REFLUX DE LA MER; OU LE GRAND PHÉNOMENE DES MARÉES.

NOUS allons obſerver, dans le Flux & le Reflux de la Mer, quels en ſont les Phénomenes, quelles en ſont les Cauſes, quelles en ſont les Dépendances.

Dans l'*Atmoſphere terreſtre*, doivent néceſſairement avoir lieu des *Phénomenes de flux & de reflux*, en tout ſemblables à ceux que nous allons obſerver dans la Mer; & l'explication de ceux-ci, deviendra l'explication de ceux-là: comme on le verra & comme on le ſentira aiſément, dans toute la ſuite de ce troiſieme & dernier Paragraphe.

## CHAPITRE PREMIER.

### IDÉE GÉNÉRALE DU FLUX ET DU REFLUX, ET DE SES PHÉNOMENES.

1448. EXPLICATION. LE *Flux & le Reflux de la Mer*, ou le *Phénomene journalier des Marées*, conſiſte en un hauſſement & en un abaiſſement alternatif des eaux de la Mer dans une même Plage maritime, de ſix heures en ſix heures environ. On nomme *Flux* le hauſſement & *Reflux* l'abaiſſement des Eaux. Par exemple, (*Fig.* 56):

Soit ABCDA, le Globe terraquée; B & D, deux Rocs élevés à la moyenne hauteur de la Mer, & éloignés l'un de l'autre de cent quatre-vingt degrés; L, la Lune dans le Méridien des deux Rocs B & D, que nous ſuppoſerons placés ou ſous l'Equateur ou

non loin de l'Equateur ABCDA, au milieu d'une immenſe Mer.

I°. Environ trois heures après que la Lune a paſſé par le Méridien des deux Rocs B & D, allant d'orient en occident, ou de L en N : les *eaux de la Mer*, que nous ſuppoſerons ici dans un calme parfait, s'éleveront en *bd*, à cinq ou ſix pieds au-deſſus des deux Rocs B & D.

II°. Environ ſix heures après ce hauſſement, ou environ neuf heures après le paſſage de la Lune par le Méridien du lieu B : les *eaux de la Mer* que nous ſuppoſerons toujours paiſible, s'abaiſſeront de cinq ou ſix pieds au-deſſous des deux mêmes Rocs B & D ; comme on les voit abaiſſées en *a e*.

III°. Environ ſix heures après cet abaiſſement des eaux de la Mer, ou environ trois heures après le paſſage de la Lune par le Méridien du lieu D : les mêmes eaux s'éleveront de nouveau en *b d*, au-deſſus des deux Rocs B & D, d'environ cinq ou ſix pieds ; pour s'abaiſſer environ ſix heures après, d'une égale quantité au-deſſous des mêmes Rocs ; & ainſi de ſuite, après chaque paſſage de la Lune par le Méridien des Rocs B & D.

IV°. Ce Flux & ce Reflux, ce hauſſement & cet abaiſſement alternatifs des Eaux, dans les lieux où ce phénomene eſt dans ſa plus grande force, produit dans la Mer, une *différence de hauteur*, d'environ dix ou douze pieds, de ſix heures en ſix heures environ : ce qui alonge la Mer comme en un *double Promontoire*, obliquement dirigé vers la Lune ; & lui donne à peu près la figure d'un Sphéroïde alongé *a b c d a*, dont le grand Axe *d T b* ſuit toujours le cours de la Lune N : ſoit pendant ſa Révolution diurne & apparente LN, d'orient en occident ; ſoit dans ſa Révolution réelle NLK, d'occident en orient.

## *INFLUENCE MANIFESTE DE LA LUNE, DANS LES PHÉNOMENES DU FLUX ET DU REFLUX.*

1449. OBSERVATION. Le Flux & le Reflux de la Mer, eſt tellement lié avec le *mouvement de la Lune*, que tous les Philoſophes l'ont toujours regardé avec raiſon dans tous les ſiecles, comme un des effets de la Lune ſur la Terre, (*Fig.* 56).

I°. Il eſt tout auſſi certain que l'action de la Lune ſur la Terre, produit, du moins en grande partie, le phénomene du Flux & du Reflux de la Mer; qu'il eſt certain que la preſſion de l'Atmoſphere, produit la ſuſpenſion du mercure dans le Barometre: puiſque les Marées ſont tout auſſi viſiblement liées avec l'action & avec le mouvement de la Lune; que la ſuſpenſion du mercure dans le Barometre, eſt viſiblement liée avec l'action de l'Air, dont elle ſuit dans ſon hauſſement & dans ſon abaiſſement, toutes les variations, (738).

Et en effet, les *Marées*, c'eſt-à-dire, le hauſſement & l'abaiſſement alternatifs des eaux de la Mer dans un même lieu, ſont toujours d'autant plus grandes, que la Lune eſt plus près de la Terre; d'autant plus petites, que la Lune en eſt plus éloignée. Elles retardent tous les jours dans un même lieu, de la même quantité que le paſſage de la Lune par le Méridien de ce lieu, c'eſt-à-dire, d'environ cinquante minutes de tems; & c'eſt toujours environ trois heures après que la Lune a paſſé par ce Méridien, qu'arrive le plus haut point de la Marée. De ſorte que dans l'eſpace d'un jour lunaire, qui ſurpaſſe le jour ſolaire d'environ cinquante minutes, les *eaux de la Mer*, s'élevent & s'abaiſſent alternativement deux fois, dans tous les lieux de la Terre, excepté au voiſinage des Poles & au-delà du ſoixante-cinquieme degré de Latitude auſtrale & boréale, où les Marées ſont inſenſibles, &

où l'action de la Lune doit être nulle : comme nous le ferons voir bientôt.

II°. Etant certain & hors de tout doute, que *la Lune eſt réellement la Cauſe principale du flux & du reflux de la Mer* : il ne s'agit que d'examiner en quoi conſiſte & comment s'effectue cette action de la Lune.

Selon Deſcartes, la Lune produit ce phénomene *par voie de Preſſion*, dans le Plein : ſelon Newton, la Lune & le Soleil produiſent ce phénomene, *par voie d'Attraction*, dans le Vide ; en telle ſorte cependant que la Lune en eſt la principale Cauſe.

Après avoir déjà détruit & pulvériſé en mille & mille manieres, la chimere des Tourbillons & du Plein : il ne nous reſte qu'à faire voir avec quelle facilité Newton déduit de ſes Principes phyſiques & géométriques, toutes les particularités & toutes les irrégularités apparentes de ce grand & permanant Phénomene de la Nature. L'*Action attractive de la Lune* ſur les eaux de la Mer, en produit le fonds & la ſubſtance : l'*Action attractive du Soleil*, en ſe combinant avec celle de la Lune, le modifie en plus & en moins, en produit les principales irrégularités.

On doit dire préciſément la même choſe, à l'égard du Flux & du Reflux qui exiſte dans l'*Atmoſphere terreſtre* ; & qui émane des deux mêmes Cauſes, & de la même maniere.

### ORIGINE ET CHIMERE DES INFLUENCES LUNAIRES, SUR LE REGNE VÉGÉTAL ET SUR LE REGNE ANIMAL.

1450. OBSERVATION. Il eſt aſſez vraiſemblable que c'eſt principalement à cette *Action de la Lune ſur les eaux de la Mer*, Action réelle & ſenſible, quelles qu'en ſoient la cauſe & la nature ; qu'eſt due l'*ancienne & abſurde Opinion des Influences ſalutaires ou nuiſibles de la Lune*, ſur toutes les ſubſtances animales

& végétales que l'on voit naître, ſe former, & ſe détruire, ſur la ſurface du Globe terreſtre.

On a vu la Lune, agir évidemment ſur les eaux de la Mer, tantôt avec plus & tantôt avec moins de force; & cette *Action de la Lune*, connue dans ſon exiſtence, inconnue dans ſa nature & dans ſon méchaniſme phyſique, a donné occaſion à la Multitude, toujours peu philoſophe, toujours propre à confondre & à dénaturer les Principes des choſes, à mal enviſager les cauſes & les effets, à adopter & à répandre obſtinément les *aveugles Préjugés*, de penſer & de ſe perſuader que la Lune a réellement une Influence phyſique, tantôt favorable & tantôt défavorable, ſelon la diverſité de ſes aſpects, ſur toute l'Economie animale & végétale, & peut-être morale, de notre Globe.

I°. Les différentes Expériences que l'on a faites dans preſque toutes les Contrées de la Terre, en Europe, en Aſie, en Afrique, en Amérique, pendant ces deux derniers ſiecles, ſur ces *prétendues Influences de la Lune*, ont enfin appris & démontré au Monde penſant, que l'Action de cette Planete ſur la Terre, n'a rien de commun avec le développement plus ou moins rapide *des Germes*, avec la végétation plus ou moins heureuſe *des Plantes*, avec la coupe plus ou moins favorable *des Bois*, avec la conſervation plus ou moins longue ou la deſtruction plus ou moins prompte *des Etres animés ou inanimés.*

On a obſervé & reconnu, d'après ces diverſes Expériences, que telles ſubſtances, qui doivent être ſemées ou plantées en telle ſaiſon relativement à tel climat, par exemple, vers le commencement du Printems, viennent toujours également bien, pourvu qu'elles ſoient ſemées ou plantées en un tems & en un lieu favorables, au commencement du Printems: ſoit au tems de la nouvelle Lune, ſoit au tems de la

pleine Lune, ſoit au tems du premier ou du dernier quartier : car, la Lune peut avoir & a en effet toutes ces *différentes Phaſes*, vers le commencement du Printems, en différentes années.

On a obſervé & reconnu de même, que la *coupe des Bois*, étoit totalement indépendante de la Lune : que telle eſpece de Bois, qui exigeoit d'être coupée en tel climat, dans telle ſaiſon convenable, par exemple, vers le commencement de Novembre, étoit toujours également bonne : quoique la coupe eût été faite, tantôt dans la nouvelle Lune, tantôt dans la pleine Lune, tantôt dans le premier & tantôt dans le dernier quartier, toujours au tems convenable qui répond ſucceſſivement à toutes les différentes phaſes de la Lune.

On peut dire la même choſe, de *tous les autres Effets*, que le Préjugé populaire attribue aux influences de la Lune, au changement de ſes Phaſes. L'Expérience a prouvé & démontré, que tous ces effets, ſans en excepter aucun, ſont imaginaires & fabuleux ; & que l'*action de la Lune*, n'altere & n'améliore en rien l'Ordre phyſique & l'Ordre moral autour de nous, non plus que l'action des Cometes & des autres Planetes. (1203).

II°. La Phyſique eſt en tout point parfaitement d'accord avec ces obſervations expérimentales : puiſque la Phyſique nous apprend que l'*action de la Lune ſur la Terre*, ſoit qu'elle agiſſe par preſſion, ſoit qu'elle agiſſe par attraction, ſe borne uniquement à produire quelques petites variations dans la *peſanteur des Corps*, vers le centre de la Terre : variations qui évidemment ne produiſent & ne peuvent produire aucun changement en bien ou en mal, dans la conſtitution, dans l'accroiſſement, dans le dépériſſement des Etres animés ou inanimés.

Telle eſt uniquement *toute l'Influence lunaire* ; in-

fluence qu'un aveugle Préjugé avoit abſurdement transformée en une influence à Vertus chimériques; & que la ſaine Philoſophie a enfin réduite à ſa juſte valeur; ſavoir, à une Vertu propre à élever de quelques pieds les eaux de la Mer, placées ſous la Lune, un peu à l'orient de cette Planete: comme nous allons l'expliquer, après avoir fait connoître & les phénomenes généraux & les phénomenes particuliers des Marées, ou du flux & du reflux de la Mer.

### *PHÉNOMENES GÉNÉRAUX DES MARÉES, ET LEURS VARIATIONS PÉRIODIQUES.*

1451. OBSERVATION I. Le *flux & le reflux de la Mer*, préſente & renferme des phénomenes propres à chaque révolution de la Terre ſur ſon axe, à chaque révolution de la Lune autour de la Terre, à chaque révolution de la Terre autour du Soleil. Delà, les phénomenes journaliers, les phénomenes annuels, les phénomenes propres à chaque mois lunaire. (*Fig.* 56).

I°. Les *Phénomenes journaliers* conſiſtent en ce que dans l'eſpace de vingt-quatre heures & environ cinquante minutes, (c'eſt le tems qui s'écoule entre le paſſage d'un Méridien ſur la Lune & le retour de ce même Méridien ſur la Lune plus avancée ſelon l'ordre des Signes); les *eaux de la Mer*, s'élevent & s'abaiſſent deux fois dans les mêmes lieux diamétralement oppoſés B & D, par exemple: en telle ſorte que le plus haut point du flux en B, arrive environ trois heures après le paſſage de la Lune par le Méridien de ce lieu; & le plus bas point du reflux en B, environ neuf heures après le paſſage de la Lune par le même Méridien.

II°. Les *Phénomenes menſtruels*, ou les Phénomenes propres à chaque mois, conſiſtent en ce que, tout étant égal d'ailleurs, les Marées ont plus de force, plus d'élévation & plus d'abaiſſement, quand la Lune

Lune eſt dans les Syzigies, que quand elle eſt dans les Quadratures: en telle ſorte cependant que les plus grandes Marées n'arrivent que deux ou trois jours après les nouvelles & les pleines Lunes; & que les Marées les plus foibles, n'arrivent que deux ou trois jours après le premier & le dernier Quartier.

III°. Les *Phénomenes annuels* conſiſtent en ce que, toutes choſes étant égales d'ailleurs, les Marées ſont les plus grandes au tems des deux Equinoxes; les plus petites, au tems des deux Solſtices.

Ces *trois mêmes ſortes de Phénomenes*, ont lieu néceſſairement & de la même maniere & pour les mêmes raiſons, dans l'*Atmoſphere terreſtre*, où nous ne ſommes pas à portée de les obſerver: de même qu'une Huître ou un *Poiſſon quelconque*, placés & fixés au fond d'une Mer profonde, ne ſeroient aucunement à portée d'appercevoir les divers phénomenes des Marées, qui arrivent ſucceſſivement & régulierement vers la ſurface de leur Elément.

1452. OBSERVATION II. Il eſt conſtant, d'après les différentes Obſervations que l'on a faites ſur le flux & le reflux de la Mer, pendant un grand nombre d'années, que les phénomenes généraux dont nous venons de donner une idée, ſont ſujets à *certaines Variations périodiques*, qui les modifient, qu'il faut connoître, & dont il faudra aſſigner la Cauſe phyſique. Selon ces obſervations, toutes choſes étant égales d'ailleurs:

I°. Les Marées ſont plus grandes & plus fortes, quand la Lune eſt périgée, que quand elle eſt apogée.

II°. Les Marées ſont encore plus grandes & plus fortes, quand la Lune eſt dans l'Equateur, que quand elle eſt dans les Tropiques.

III°. Dans les nouvelles & pleines Lunes du Solſtice d'été, le *Flux du jour*, eſt plus grand que celui

du

de la nuit : dans les nouvelles & pleines Lunes du Solſtice d'hiver ; le Flux du jour, eſt plus petit que celui de la nuit.

IV°. Toutes choſes étant toujours égales d'ailleurs ; les Marées ſont plus grandes ſur les Rivages qui regardent l'orient, que ſur les Rivages qui regardent l'occident, quoique la Latitude ſoit la même ; par exemple, ſur les Côtes du Bréſil, que vers les Côtes du Pérou.

## CHAPITRE SECOND.

### CAUSES PHYSIQUES DES DIVERS PHÉNOMENES DU FLUX ET DU REFLUX.

De tout tems, on a connu les divers Phénomenes du Flux & du Reflux de la Mer : mais avant Newton, aucun Philoſophe n'en avoit ſoupçonné la vraie Cauſe, n'en avoit entrevu le vrai Principe & le vrai Mécaniſme phyſique.

#### PROPOSITION GÉNÉRALE.

1453. *Tous les Phénomenes du Flux & du Reflux de la Mer, toutes les particularités & toutes les variations de ces Phénomenes, ſont une dépendance de la Loi générale d'attraction ; & ont pour Cauſe phyſique, l'action combinée de la Lune & du Soleil, ſur les eaux de la Mer.*

DÉMONSTRATION. Cette Propoſition ſera complettement établie & démontrée : ſi l'on fait voir qu'il n'y a aucun des Phénomenes généraux & particuliers que l'on vient d'expoſer, qui ne réſulte & ne découle de la Loi générale d'attraction ; qui ne ſoit une ſimple dépendance ou de l'action attractive de la Lune, ou de l'action attractive du Soleil, ou de l'action combinée de ces deux Aſtres, ſur les eaux de la Mer.

Or, tels ſont les Phénomenes en queſtion: comme on le verra par l'explication que nous allons donner de ces différens phénomenes.

Pour ſimplifier les choſes, nous examinerons d'abord la *ſeule attraction de la Lune*, qui eſt la principale Cauſe de ce phénomene des Marées; & enſuite l'*attraction du Soleil*, qui en ſe combinant avec l'attraction de la Lune, modifie ce même Phénomene.

### *ATTRACTION DE LA LUNE, DANS LES PHÉNOMENES DU FLUX ET DU REFLUX.*

1454. OBSERVATION. En ne conſidérant ici d'abord, que l'*attraction de la Lune ſur les eaux de la Mer*: il eſt clair que *chaque Goutte d'eau*, à raiſon de ſon infinie mobilité au ſein d'une Mer immenſe, eſt en priſe à l'action attractive de la Lune:

A peu près comme la Lune elle-même, en roulant dans ſon orbite autour de la Terre, eſt en priſe à l'*action attractive du Soleil*: action qui tantôt accélere & tantôt retarde ſa *Viteſſe*; qui tantôt augmente & tantôt diminue *ſa Peſanteur*, ou ſa tendance vers le centre de la Terre. (1237).

I°. On peut conſidérer *chaque Goutte d'eau à part*, comme un petit Globe, comme une petite Lune, qui feroit en liberté ſes révolutions périodiques dans le Vide autour de la Terre, d'occident en orient, dans l'eſpace de vingt-quatre heures: reſtant toujours plus ou moins en priſe à l'action attractive de la Lune. (*Fig.* 56).

II°. Cette Goutte d'eau *a*, chaque Goutte d'eau *b* ou *d*, pendant ſa révolution journaliere *a b c d a* autour de la Terre T, obéira perſévéramment à l'action attractive de la Lune L: action qui tantôt accélérera & tantôt retardera ſa viteſſe, tantôt augmentera & tantôt diminuera ſa peſanteur vers le centre de la Terre; ſelon que la Goutte d'eau quelconque *a*,

étant vue du centre de la Terre, ſe trouvera ou en conjonction ou en oppoſition ou en quadrature avec la Lune L, mobile dans ſon Orbite.

Par exemple, la Lune étant en L, la Goutte d'eau *a*; ſera en conjonction en *b*; en oppoſition douze heures après en *d*; en quadrature en *a* & en *c*, environ ſix heures après l'oppoſition & la conjonction.

III°. Il eſt clair que ce que nous diſons ici d'une Goutte d'eau quelconque, peut & doit être dit de même & pour les mêmes raiſons, d'une *Molécule quelconque d'Air*; que ſon infinie mobilité au ſein de l'Atmoſphere, met de même en priſe à l'action attractive de la Lune: comme elle la mettra auſſi de même en priſe à l'action attractive & perturbatrice du Soleil, dont nous parlerons bientôt, & dont nous faiſons ici abſtraction.

## PHÉNOMENE I.

1455. *En vertu de l'action attractive de la Lune, les eaux de la Mer doivent s'élever de part & d'autre ſous la Lune, en forme d'un double petit Promontoire, ou d'un Sphéroïde alongé.* (Fig. 56).

EXPLICATION. Suppoſons d'abord la Lune en L & la Terre en T, l'une & l'autre immobiles. Nous verrons dans l'Explication ſuivante, quel changement opere dans ce Phénomene, le mouvement de ces deux Globes L & T.

I°. D'après la théorie générale de l'Attraction: il eſt clair que l'*action attractive de la Lune*, action toujours en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, doit attirer plus fortement les *Eaux B moins éloignées*, que les Eaux A & C plus éloignées.

Il eſt clair de même que les Eaux A & C, placées à quatre-vingts-dix degrés, BA & BC, de celles qui ſont immédiatement ſous la Lune, doivent être at-

tirées obliquement par cette Planete : tandis que les eaux B ſont attirées directement. Cette *Action oblique LA ou LC*, ſe décompoſe en *deux Forces partielles*, l'une AL ou CL, qui diminue leur peſanteur vers le centre de la Terre ; l'autre A T ou CT, qui augmente leur peſanteur vers le centre de la Terre : comme nous l'avons obſervé & expliqué ailleurs, en parlant de l'action oblique du Soleil ſur l'Orbite lunaire. (1236).

L'action attractive de la Lune, ſur l'hémiſphere aqueux tourné vers elle, eſt donc employée toute entiere & avec toute ſa force, à élever vers elle les *Eaux B* : ce qui diminue notablement leur peſanteur ou leur tendance vers le centre T de la Terre.

La même action attractive de la Lune, déjà un peu plus foible en A & en C qu'en B, eſt employée en partie à diminuer & en partie à augmenter la peſanteur des *Eaux A & C* : ces eaux A & C ont donc plus de peſanteur vers le centre de la Terre, que les eaux B.

Donc, pour que l'Equilibre hydroſtatique ſubſiſte entre les eaux B moins peſantes, & les eaux A & C plus peſantes : il faut néceſſairement que les eaux moins peſantes B prennent plus de hauteur & s'élevent en *b* ; que les eaux plus peſantes A & C prennent moins de hauteur & s'abaiſſent en *a* & en *c*, au-deſſous des points A & C. (502).

II°. La même choſe doit arriver dans l'hémiſphere aqueux ADC, placé ſous le Globe terreſtre à l'oppoſite de la Lune L. Les *Eaux D*, plus éloignées de la Lune que n'en eſt éloigné le centre T de la Terre, ſont attirées vers la Lune avec moins de force, que ce centre T ; & ce *moins d'Attraction* dans les eaux D, devient dans elle un moins de peſanteur ou de tendance vers le centre de la Terre, qui plus fortement attiré s'approche plus qu'elles, de la Lune L.

Ainſi, les Eaux D, devenues plus légeres ou moins peſantes que les *Eaux A & C*, que les *Eaux G & H*, ſeront obligées de s'élever & de ſe ſoutenir à une plus grande hauteur T *d*: pour établir l'Equilibre de gravitation entre toutes les Colonnes aqueuſes TA, TG, T *d*, TH, TC: ce qui donnera un Promontoire aqueux *a d c*, oppoſé au Promontoire aqueux *a b c*.

III°. En ſuppoſant toujours la Lune & la Terre immobiles en tout ſens: de l'Action attractive de la Lune ſur les Eaux infiniment mobiles A B C D A, action ici plus & là moins éloignée, ici directe & là plus ou moins oblique, il réſulte que les *Eaux B & D*, placées immédiatement ſous la Lune, doivent s'élever le plus: que *les Eaux collatérales* doivent de toute part s'abaiſſer de plus en plus, juſqu'à quatre-vingts-dix degrés des Points B & D; où l'action attractive de la Lune, eſt dans ſa plus grande obliquité poſſible à l'égard des eaux qui enveloppent le Globe terreſtre, & que l'on ſuppoſe vues du centre de la Terre.

IV°. On voit ici comment & pourquoi les Mers placées ſous les poles ou près des poles, n'ont point de flux & de reflux ſenſible; étant toujours dans un état de preſſion & d'affaiſſement.

La raiſon en eſt, qu'elles ſont toujours, par rapport à la Lune qui ne ſort pas du Zodiaque, dans la poſition des Mers placées en *a* & en *c*: où l'action attractive de la Lune, tend en partie à preſſer les eaux vers le centre de la Terre; tandis qu'en *b* & en *d*, elle tend en plein à les en éloigner.

## PHÉNOMENE II.

1456. *Le grand axe du Sphéroïde ou du double Promontoire aqueux, doit être dirigé, non directement vers la Lune, mais à environ quarante-cinq degrés à l'orient*

*de la Lune, à peu près dans le plan de ſon Cercle diurne L N I P K L.* (Fig. 56).

EXPLICATION. Si la Terre & la Lune étoient parfaitement immobiles en tout ſens : le double Promontoire aqueux *a b c d a* ſeroit toujours dirigé vers le lieu de la Lune & vers l'oppoſite de ce lieu, comme on vient de l'expliquer ; & le grand axe prolongé du Sphéroïde aqueux, paſſeroit toujours par les centres de la Terre & de la Lune, & répondroit toujours aux mêmes points du Ciel. Mais comme la Terre & la Lune ont un *Mouvement réel*, d'occident en orient : il eſt clair que le Sphéroïde aqueux doit néceſſairement participer à ce double mouvement.

Pour ſimplifier les choſes, faiſons ici abſtraction du Mouvement qui emporte conjointement la Terre & la Lune autour du Soleil, en un an ; & ne conſidérons que la *révolution de la Terre* ſur ſon axe en un jour, & la *révolution de la Lune* autour de la Terre en un mois.

Comme la révolution de la Lune autour de la Terre, eſt fort lente, en comparaiſon de la révolution diurne de la Terre autour de ſon centre : conſidérons la Lune comme immobile en L pendant un jour ; tandis que la Terre fait une révolution entiere autour de ſon centre & de ſon axe, dans la direction A B C D A.

I°. Dès que la Terre viendra à tourner ſur ſon Axe : les lieux B & D des deux Promontoires aqueux, paſſeront de B en C & de D en A, en ſix heures de tems ; s'écartant ſucceſſivement de plus en plus du Méridien L T O de la Lune.

II°. Les Eaux *b* & *d*, gonflées ſous la Lune, tendront à prendre le mouvement des lieux ou des baſſins où elles ſont placées. Elles tendront donc à ſe porter de *b* en *c*, & de *d* en *a*, en ſix heures de tems.

Mais, à cauſe de leur infinie mobilité dans une immenſe Mer, elles obéiront à l'action attractive de la Lune, pendant ce trajet; & leur gonflement s'écartera moins du Méridien de la Lune qui s'enfuit ou ſemble s'enfuir vers l'occident, que les baſſins ou les lieux qui les ſoutiennent.

Car, ſemblables à la Lune allant de la conjonction au premier quartier (1237), les Eaux *b c* ſeront retardées par l'action de la Lune; & elles ſeront contraintes de refluer un peu vers cette Planete ſous laquelle le *grand axe du Sphéroïde aqueux*, tâche toujours de ſe placer.

Pendant ce même tems, le mouvement des Eaux *a b*, qui viennent de la ſeconde quadrature A, eſt accéléré. De même, les Eaux *d a* ſont retardées, & les Eaux *c d* ſont accélérées, dans leur mouvement.

III°. Il y a donc entre la conjonction B & la premiere quadrature C, entre l'oppoſition D & la ſeconde quadrature A, *deux Mouvemens contraires* dans les eaux de la Mer, ſoumiſes à l'attraction de la Lune, à peu près comme nous avons vu que la Lune eſt ſoumiſe à l'attraction du Soleil: ce qui doit notablement augmenter les deux Promontoires formés par l'action attractive de la Lune, de maniere que le plus haut point de leur élévation arrive, non ſous la Lune même, mais à peu près *dans les Octans*, ou à quarante-cinq degrés à l'orient du Méridien où ſe trouve la Lune.

Ainſi, quand la Lune, pendant ſon *Mouvement diurne & apparent d'orient en occident*, eſt en L: le plus haut point d'élévation des eaux de la Mer eſt en R & en G. Quand la Lune, trois heures après, a paſſé en N: le plus haut point d'élévation des eaux, eſt en *b* & en *d*. Quand la Lune, encore trois heures après, a paſſé au-deſſus de A: le plus haut point des eaux, eſt en X & en H; & ainſi de ſuite.

De ſorte que le promontoire aqueux *b* & *d*, toujours écarté d'environ quarante-cinq degrés à l'orient du Méridien de la Lune, ſuit toujours cette Planete : pendant qu'elle tourne ou paroît tourner chaque jour en L N I P K L autour de la Terre, d'orient en occident.

On voit ici comment & pourquoi le double Promontoire aqueux *b* & *d*, en tournant chaque jour autour de la Terre, d'orient en occident, à la ſuite de la Lune, doit ſe faire ſentir avec plus de force & s'élever à une plus grande hauteur ſur un *Rivage tourné vers l'orient*, où il ſe porte librement & ſans obſtacle par ſon mouvement direct ; que ſur un Rivage tourné vers l'occident, où il ne peut ſe porter que par un mouvement indirect & répercuté, en enflant les Mers voiſines & en refluant le long des Côtes. (1452).

IV°. Si la Lune étoit toujours immobile en N dans le même Méridien : le double Promontoire aqueux *b* & *d*, toujours dirigé vers les Octans de la Lune, feroit ſes révolutions diurnes autour de la Terre d'orient en occident, dans le même tems précis que la Terre fait ſes révolutions diurnes ſur ſon axe en un ſens oppoſé & d'occident en orient ; & le double Promontoire aqueux ſeroit en B & en D, en D & en B, deux fois en vingt-quatre heures.

Mais comme, dans cet intervalle de vingt-quatre heures, la Lune avance ſans ceſſe dans ſon Orbite, d'occident en orient, de N en M, d'environ douze degrés : il s'enſuit que ce double Promontoire aqueux doit chaque jour arriver d'autant plus tard en B & en D, que la Lune arrive plus tard dans leur Méridien ; c'eſt-à-dire, environ cinquante minutes plus tard : puiſque chaque *Lieu terreſtre B* parcourt environ douze degrés dans la direction BR, en cinquante minutes de tems.

Ainſi, quand le *Point B*, après avoir fait une révolution diurne autour de l'axe de la Terre en vingt-quatre heures, ſe trouve de nouveau en B : la Lune, qui pendant ce même tems a avancé d'environ douze degrés vers K, n'eſt plus, comme la veille, dans le Méridien du Point B ; & ce Point B eſt obligé de parcourir encore environ douze degrés de ſa circonférence, pour ſe trouver ſous la Lune LK.

Delà, le *retard diurne & périodique des Marées*, d'environ 50 minutes, dans un même Lieu terreſtre B ou D, d'un jour à l'autre. (1451).

### *ATTRACTION DU SOLEIL, DANS LES PHÉNOMÈNES DU FLUX ET DU REFLUX.*

1457. OBSERVATION. Chaque *Goutte d'eau*, à raiſon de ſon infinie mobilité au ſein d'une Mer immenſe, eſt en priſe à l'*action attractive du Soleil* : à peu près comme la Lune eſt en priſe à cette action attractive, dans le Vide immenſe des Cieux.

Or, comme l'action attractive du Soleil, pendant que la Lune fait ſa révolution périodique autour de la Terre, tantôt accélere & tantôt retarde la vîteſſe de la Lune dans ſon orbite ; tantôt augmente & tantôt diminue la peſanteur de la Lune vers la Terre (1237) : de même l'action attractive du Soleil ſur une Goutte d'eau quelconque, pendant que cette *Goutte d'eau* fait ſa révolution diurne & périodique autour de la Terre, doit tantôt accélérer & tantôt retarder ſa vîteſſe autour de la Terre, tantôt augmenter & tantôt diminuer ſa peſanteur vers le centre de la Terre. (*Fig.* 56).

Delà, dans le Soleil, une *Force perturbatrice* ; qui tantôt favoriſe & tantôt contrarie la Force attractive de la Lune ſur une même portion A ou B du Fluide aqueux.

I°. Quoique l'action attractive du Soleil, ſoit plus

grande que l'action attractive de la Lune, à l'égard de la Terre : *la Lune ne laiſſera pas d'être la principale cauſe du Flux & du Reflux.*

La raiſon en eſt, que l'agitation périodique des eaux de la Mer dans leur hauſſement & dans leur abaiſſement, ne vient pas de la grandeur des forces qui les attirent ou vers la Lune ou vers le Soleil, mais uniquement des *inégalités qui arrivent aux Forces attractives* de ces deux Aſtres, relativement à la différente poſition des différentes Gouttes d'eau. Par exemple, (*Fig.* 56) :

Si toutes les parties de la Terre & de la Mer, étoient attirées à la fois par des Forces égales & paralleles vers un Point quelconque, par exemple, vers Syrius ; ce *Mouvement commun* ne changeroit en rien la figure de la Mer : parce que toutes les parties de la Terre & de la Mer obéiroient également & uniformément aux forces attractives ; & conſerveroient entre elles leur même poſition reſpective, dans un point quelconque de l'eſpace immenſe où les porteroient les forces égales & paralleles. Ainſi, la Mer reſteroit ſphérique : ſi elle avoit auparavant cette figure.

Mais ſi parmi ces Forces attractives, les unes reſtent paralleles & les autres deviennent obliques entre elles : les Gouttes d'eau qui ſe trouvent en priſe aux *Forces paralleles & non affoiblies*, s'éloigneront plus du centre de la Terre ; & les Gouttes d'eau qui ſont en priſe aux *Forces obliques & affoiblies*, s'éloigneront moins du centre de la Terre ; & alors la Mer prendra une figure alongée d'un côté, & applatie de l'autre.

Ainſi, les eaux de la Mer, ne ſe forment en un double Promontoire entre les Forces attractives de la Lune & du Soleil : que parce que, parmi ces Forces attractives, les unes attirent fort obliquement

& les autres peu obliquement les Eaux ABCDA, vers la Lune ou vers le Soleil.

II°. Or, à cauſe de l'immenſe diſtance du Soleil à la Terre, les différentes directions ſelon leſquelles cet Aſtre attire à lui les *Gouttes d'eau ABCDA*, s'éloignent très-peu du paralléliſme : tandis que les différentes directions ſelon leſquelles la Lune incomparablement moins éloignée de la Terre, attire à elle les mêmes Gouttes d'eau, s'éloignent incomparablement plus du paralléliſme.

Une fort grande différence de Paralléliſme, dans les *Actions attractives de la Lune*, ſur les diverſes petites portions d'eau de la Mer, doit donc y produire une grande inégalité de tendance vers la Lune : au lieu qu'une très-petite différence de Paralléliſme, dans les *Actions attractives du Soleil*, ſur les mêmes petites portions d'eau de la Mer, ne doit y produire qu'une très-petite inégalité de tendance vers le Soleil.

Delà, beaucoup d'action dans la Lune, & fort peu d'action dans le Soleil, à l'égard du grand Phénomene du flux ou du reflux de la Mer : phénomene qui naît & réſulte uniquement, ou d'une inégalité de tendance vers la Lune, ou d'une inégalité de tendance vers le Soleil, dans les différentes Gouttes d'eau qui forment la Mer & qui enveloppent la plus grande partie du Globe terreſtre.

De cette théorie ainſi développée découlent les deux Corollaires ſuivans, qui vont en devenir & une confirmation & une nouvelle explication.

1458. COROLLAIRE I. *La Lune, nonobſtant la grande Force attractive du Soleil ſur la Terre, doit avoir beaucoup plus de part que cet Aſtre, dans les divers Phénomenes des Marées.*

EXPLICATION. Ce qui fait que les *eaux de la*

*Mer*, s'élevent en forme d'un double petit Promontoire vers l'Aſtre qui les attire : c'eſt que dans l'hémiſphere tourné vers cet Aſtre, elles ſont plus fortement attirées que le centre de la Terre ; & que dans l'hémiſphere oppoſé, elles ſont moins fortement attirées que ce même centre de la Terre.

Or, le *rayon de la Terre* étant comme inſenſible par rapport à la diſtance du Soleil, puiſque ce rayon n'eſt au plus que la vingt-millieme partie de cette diſtance (1186) : il eſt clair que les eaux placées dans l'hémiſphere tourné vers le Soleil, ne doivent être guere plus attirées que le centre de la Terre ; & que les eaux placées dans l'hémiſphere oppoſé, ne doivent être guere moins attirées que ce même centre de la Terre ; puiſque ces *différentes Attractions du Soleil*, ſont entre elles comme les quarrés des nombres 20000,20000 — 1,20000 + 1, dont les différences ſont très-petites :

Au lieu que le rayon de la Terre étant fort comparable à la diſtance de la Lune, puiſque ce rayon eſt un ſoixantieme de cette diſtance ; il eſt clair que cette Planete doit attirer les eaux de l'hémiſphere qui tourne vers elle, beaucoup plus fortement que le centre de la Terre ; & attirer ce même centre de la Terre, beaucoup plus fortement que les eaux de l'hémiſphere oppoſé : puiſque ces *différentes Attractions de la Lune*, ſont entre elles comme les quarrés des nombres 60, 60 — 1, 60 + 1 ; & que les quarrés des nombres qui different d'une unité, different d'autant plus entre eux, que ces nombres ſont plus petits. Par exemple, 2 & 3 ont pour quarrés 4 & 9, qui different de plus de moitié : 100 & 101 ont pour quarrés 10000 & 10200, qui ne different que d'environ un deux-centieme.

La Lune produira donc *un renflement* dans les eaux placées ſous elle de part & d'autre ; & *un ap-*

*platiſſement* dans les eaux qui vues du centre de la Terre, ſont en quadrature avec elle; & ce renflement & cet applatiſſement produits par l'action de la Lune, ſeront plus grands que le renflement & l'applatiſſement que produiroit ſur les mêmes eaux, l'action moins oblique & moins inégale du Soleil.

1459. COROLLAIRE II. *L'action attractive de la Lune & du Soleil, diverſement combinées entre elles, doivent produire bien des Variations, & toutes les Variations périodiques que l'on obſerve dans les Phénomenes du flux & du reflux de la Mer.*

EXPLICATION. I°. Cette action attractive du Soleil ſur les eaux de la Mer, pour être moindre que celle de la Lune ſur les mêmes eaux, n'eſt pas totalement nulle, n'eſt jamais détruite & anéantie: elle a donc toujours un *Effet réel;* qui conſiſte à favoriſer ou à contrarier l'action prédominante de la Lune. (*Fig.* 56).

II. Pour établir & pour faire ſentir la vérité de ce Corollaire, nous allons ſuccinctement faire paſſer comme en revue les *principales Particularités* que l'on obſerve dans les Marées (1452); & montrer comment elles découlent naturellement de l'Attraction combinée de la Lune & du Soleil, ſur les différentes portions du Fluide aqueux qui enveloppe la plus grande partie de la ſurface de notre Globe terraquée.

## PHÉNOMENE III.

1460. *Les Marées doivent être plus grandes, quand la Lune eſt dans les Syzigies; que quand elle eſt dans les Quadratures.* (Fig. 56).

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que *dans les Syzigies*, la Lune N ou P, & le Soleil S ou T, agiſſent dans le même ſens; augmentent & diminuent

la vîteſſe & la peſanteur des mêmes eaux (1457); concourent enſemble à produire le plus grand abaiſſement en *a* & en *c*, le plus grand hauſſement en *b* & en *d*:

Au lieu que *dans les Quadratures*, quand le Soleil étant en S, la Lune eſt en I ou en K; la Lune éleve les eaux que le Soleil abaiſſe; la Lune retarde les eaux que le Soleil accélere.

Ainſi, dans les Syzigies, ou dans les nouvelles & pleines Lunes, la Marée répond à la *ſomme des deux Forces attractives*; & dans les Quadratures, elle répond ſimplement à leur différence.

## PHÉNOMENE IV.

1461. *Les plus grandes Marées n'arriveront pas cependant le jour même de la nouvelle ou de la pleine Lune, mais deux ou trois jours après.*

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que l'Eau ayant de l'inertie, elle n'acquiert pas & ne perd pas ſubitement & tout à coup, ſon mouvement. Donc, forcée de s'élever de plus en plus, en paſſant de la Quadrature à la Conjonction; elle continuera de s'élever, en vertu de toutes les Actions attractives auxquelles elle eſt en priſe, quelque tems encore après la conjonction. (*Fig.* 56).

Par exemple, ſi l'attraction de la Lune N & du Soleil S, venoit à ceſſer tout à coup: les Eaux renflées & accumulées en *b* & en *d*, ſe porteroient avec un mouvement accéléré ſur les eaux plus baſſes *a* & *c*. Là, comme dans leur Confluent, elles s'accumuleroient & formeroient un *petit Promontoire*: d'où elles s'affaiſſeroient & ſe porteroient de nouveau vers B & vers D, pour refluer de nouveau avec une force toujours décroiſſante, vers A & vers C; & ainſi de ſuite, juſqu'à l'épuiſement de leur mouvement. (443).

Donc, quoiqu'après les Syzigies, les Forces attractives du Soleil & de la Lune, ſoient moins conſpirantes qu'au moment même des Syzigies : les eaux qu'elles ont conjointement élevées de plus en plus pendant ſept à huit jours, doivent continuer encore pendant quelques jours à s'élever, en vertu des impreſſions répétées & accumulées qu'elles ont reçues en paſſant des quadratures aux ſyzigies.

Donc, la *plus grande élévation de la Marée*, ne doit pas arriver le jour même de la nouvelle ou pleine Lune, mais deux ou trois jours après.

C'eſt ainſi, & pour une raiſon aſſez ſemblable, que le plus grand Froid n'arrive pas au Solſtice d'hiver; ni le plus grand Chaud, au Solſtice d'été, mais quelques tems après : de même que la plus grande Chaleur du jour, n'eſt pas à midi, mais environ deux ou trois heures après midi.

1462. REMARQUE. De même, & pour la même raiſon auſſi, les *Marées les plus baſſes*, n'arrivent pas au moment même du premier ou du dernier quartier de la Lune; mais environ deux jours après.

Ainſi, le Soleil étant en V & la Lune en N ou en P : les Marées s'éleveront le moins & s'abaiſſeront le moins en B & en D, environ deux jours après que la Lune ſera entrée dans ſon premier ou dans ſon dernier quartier. (*Fig.* 56).

Les *Marées les plus foibles* ſont un peu moins éloignées des Quadratures; que les *Marées les plus fortes* ne le ſont des Syzigies : parce que l'agitation des Eaux étant plus grande dans le ſecond cas que dans le premier; elle conſerve plus long-tems ſon action.

## PHÉNOMENE V.

1463. *Toutes choſes étant égales d'ailleurs : les Marées doivent être plus grandes, quand la Lune eſt périgée, que quand elle eſt apogée.* (Fig. 56).

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que la Lune eſt la *principale cauſe du Flux & du Reflux* (1457); & que cette Cauſe principale a d'autant plus de force pour élever & pour abaiſſer, pour accélérer & pour retarder les Eaux, qu'elle eſt plus voiſine de ces eaux (1416): ce qui arrive lorſqu'elle eſt périgée, ou dans ſa plus grande proximité de la Terre.

## PHÉNOMENE VI.

1464. *Les Marées doivent être plus grandes aux nouvelles & aux pleines Lunes des Equinoxes, qu'aux nouvelles & aux pleines Lunes des Solſtices.*

EXPLICATION. Ce phénomene dépend en partie de *deux Cauſes*, qu'il faut montrer ſéparément: la ſeconde eſt la principale. (*Fig.* 57).

Soit PSP, l'axe du Monde; XSL, l'Equateur céleſte; T, la Terre au tems des Equinoxes; D, la Terre au tems du Solſtice d'hiver; C, la Terre au tems du Solſtice d'été; HL, la nouvelle ou pleine Lune de l'équinoxe; RV, la nouvelle ou pleine Lune du ſolſtice d'hiver; MN, la nouvelle ou pleine Lune du ſolſtice d'été. Le *Promontoire aqueux*, dans ces différentes poſitions de la Terre, eſt toujours dirigé vers les deux Aſtres qui l'occaſionnent.

I°. *L'une des Cauſes du Phénomene à expliquer*: c'eſt qu'au tems des Equinoxes, la Terre étant en T, le double Promontoire aqueux AB, pendant les Syzigies, eſt dans le plan de l'Equateur terreſtre, où les eaux ont le moins de peſanteur. (251).

Or, moins les *eaux A & B* ont de peſanteur: moins elles doivent réſiſter à l'action conjointe du Soleil S & de la Lune H ou L, qui les attirent dans le même ſens; & par conſéquent, plus elles doivent s'élever de part & d'autre, vers ces deux Aſtres.

La même choſe n'aura point lieu: quand la Terre ſera

ſera en C ou en D, au tems des Solſtices. Car alors le Sphéroïde ou le Promontoire aqueux, au tems des Syzigies, ſera oblique à l'Equateur terreſtre AB; & répondra à des *Eaux plus voiſines des poles de la Terre*, & par conſéquent plus peſantes & plus propres à réſiſter à l'action conjointe du Soleil & de la Lune : action qui les élevera moins qu'elle n'éleveroit les Eaux moins peſantes & moins réſiſtantes de l'Equateur terreſtre AB.

II°. L'autre Cauſe & la *principale Cauſe de ce même Phénomene :* c'eſt qu'au tems des nouvelles & pleines Lunes des Solſtices, le Soleil S & la Lune RV, ou MN déclinent notablement vers les poles de la Terre ; & que l'action attractive en vertu de laquelle le Soleil & la Lune élevent les eaux, devient d'autant moindre, qu'elle s'éloigne plus de l'Equateur.

Car il eſt évident, comme l'obſerve Newton, que ſi la Lune & le Soleil étoient placés en P ſous le même Pole ou ſous les deux Poles : alors, la Terre étant en Z, l'Axe *p Z p* du Sphéroïde aqueux, ſe confondroit avec l'Axe des révolutions diurnes. Il eſt évident par-là même, qu'alors toutes les Sections AZB, *a b a*, *m n m*, du Sphéroïde aqueux, paralleles à l'Equateur XSH, ſeroient perſévéramment de vrais Cercles ; où il ne ſe feroit aucune Marée, où il n'y auroit aucune alternative de hauſſement & d'abaiſſement.

Mais ſi la Lune & le Soleil quittent le Pole P, & s'avancent vers l'Equateur XSH, comme on les voit placés quand la Terre eſt en T ou en D ou en C ; il eſt clair que les alternatives de hauſſement & d'abaiſſement dans les Eaux, doivent recommencer : puiſque pendant la révolution diurne de la Terre ſur ſon Axe ; les *mêmes Points terreſtres* ſont tantôt en-

dedans & tantôt en-dehors de la partie ſaillante du Sphéroïde aqueux.

Or, comme il n'y auroit point de Marées; ſi la Lune & le Soleil étoient ſous les Poles P & P; & que les Marées doivent commencer & s'augmenter à méſure que ces deux Aſtres s'éloignent des Poles; il s'enſuit que les Marées doivent être *d'autant plus grandes*, que ces deux Aſtres ſont plus éloignés des Poles; ce qui arrive dans les nouvelles & pleines Lunes des Equinoxes, la Terre étant en T; *d'autant plus petites*, que ces deux mêmes Aſtres ſont plus voiſins des Poles; ce qui arrive dans les nouvelles & pleines Lunes des Solſtices, la Terre étant en D ou en C.

## PHÉNOMENE VII.

1465. *Dans les nouvelles & dans les pleines Lunes des Equinoxes : les Marées du matin ſont égales à celles du ſoir, dans le même Lieu terreſtre.* (Fig. 57).

EXPLICATION. La Terre étant en T, le Soleil en S, la Lune en L ou en H: le Sphéroïde aqueux a ſa direction & ſon grand axe, dans le plan de l'Equateur terreſtre AB.

Or, il eſt viſible qu'alors les Points terreſtres quelconques *a*, A, *m*, ſeront également plongés dans la partie ſaillante du Sphéroïde aqueux, en *a* & en *b*, en *m* & en *n*, ſoit pendant le flux du ſoir; ſoit pendant le flux du matin.

La même choſe n'aura point lieu, quand la Terre ſera en D ou en C: comme il eſt facile de le concevoir, d'après un ſimple coup-d'œil ſur les Figures MCM & RDV.

Le *Flux du ſoir*, eſt celui qui arrive environ trois heures après que la Lune a paſſé par le Méridien THS, au-deſſus de l'horiſon.

Le *Flux du matin*, eſt celui qui arrive environ trois heures après que la Lune a paſſé par le Méridien TL, au-deſſous de l'horiſon ; ou par un Méridien éloigné de 180 degrés, du Méridien du Lieu où l'on eſſuie le Flux.

## PHÉNOMENE VIII.

1466. *Dans les nouvelles & dans les pleines Lunes du Solſtice d'été : les Marées du jour, en-deçà de l'Equateur, ſont plus grandes que celles de la nuit.* (Fig. 57).

EXPLICATION. Dans le Solſtice d'été, la Terre eſt en C ſous le Capricorne : la nouvelle ou la pleine Lune, eſt en M ou en N ; & alors le Sphéroïde ou le Promontoire aqueux a la direction *v* & *m* : l'axe de ce Sphéroïde, répond aux deux Tropiques.

Pendant la révolution diurne de la Terre C : le point *m*, en conjonction avec la nouvelle Lune M, parcourt le Tropique du cancer ; & le point *v*, en conjonction avec la pleine Lune N, parcourt le Tropique du capricorne.

1°. Si la Lune eſt nouvelle en M : elle eſt ſur l'horiſon avec le Soleil, pendant la révolution diurne de la Terre. Alors le Point terreſtre *a*, en faiſant ſa révolution diurne *a b a*, eſt plongé plus profondément dans le ſphéroïde aqueux en *a m*, qu'en *b n*.

Or, le Flux *a m* eſt celui du jour ; qui arrive environ trois heures après que la Lune M a paſſé par le méridien ſur l'horiſon : comme le Flux *b n* eſt celui de la nuit ; qui arrive environ trois heures après que la Lune M a paſſé par le méridien ſous l'horiſon.

Il eſt viſible que le Flux *a m* du jour, eſt plus grand que le Flux *b n* de la nuit, pour le Point *a* en-deçà de l'Equateur, vers le pole boréal.

Le contraire arrive en *e* en-delà de l'Equateur ;

vers le pole auſtral. Pendant la révolution diurne *ede* du Point terreſtre *e*, le Flux nocturne *dv* eſt plus grand que le Flux diurne *et*.

II°. Si la Lune eſt pleine en N : elle eſt ſous l'horiſon, quand le Soleil eſt ſur l'horiſon. Alors le Point terreſtre *a* eſt encore plus profondément plongé dans le Sphéroïde aqueux en *am*, qu'en *bn*.

Or, la Lune étant en N : le Point *a* ſe trouve avoir le Flux du jour en *am*, quand le Soleil eſt ſur l'horiſon; & le Flux de la nuit en *bn*, quand le ſoleil eſt ſous l'horiſon.

Le contraire arrive au Point terreſtre *e* : là, le Flux diurne *et* eſt plus petit que le Flux nocturne *dv*.

## PHÉNOMENE IX.

1487. *Dans les nouvelles & dans les pleines Lunes du Solſtice d'hiver : le Flux diurne eſt plus petit que le Flux nocturne, en-deçà de l'Equateur.* (Fig 57).

EXPLICATION. Au Solſtice d'hiver, la Terre eſt en D ſous le Cancer : la nouvelle Lune eſt en R; la pleine Lune eſt en V; & alors le Sphéroïde aqueux a la direction *h* D *k* vers les deux Points ſolſtitiaux V & N.

I°. Si la Lune eſt nouvelle en R : elle eſt en conjonction avec le Soleil; & elle fait ſa révolution diurne avec cet Aſtre. Alors le Point terreſtre *a*, en faiſant ſa révolution diurne *abα*, éprouve le Flux plus grand *ak*, pendant la nuit; le Flux plus petit *bn*, pendant le jour.

II°. Si la Lune eſt pleine en V : elle eſt en oppoſition avec le Soleil; & le Point *a* éprouve encore le Flux plus petit *bn*, quand le Soleil eſt ſur ſon horiſon; le Flux plus grand *ak*, quand le Soleil eſt ſous ſon horiſon.

Le contraire arrive au Point terreſtre *e*, en-delà de l'Equateur, vers le pole auſtral.

1467. II°. REMARQUE. En regardant la Terre comme immobile en D, & la pleine Lune V comme faiſant une révolution diurne autour de la Terre: on obſervera que le Promontoire aqueux *a k* ſuit toujours la Lune d'orient en occident, dans ſon Cercle diurne V Q V, qui répond au Tropique du Cancer; & que ce Promontoire aqueux *a k* paſſe en *b n*, en environ douze heures & vingt-cinq minutes, tandis que la partie *n b* paſſe en *a k*.

Et alors le Point immobile *a* aura le plus grand Flux *a k*, quand la Lune ſera ſur l'horiſon de ce Point pendant la nuit; le plus petit Flux *b n*, quand la Lune ſera ſous l'horiſon de ce même Point, ce qui arrivera pendant le jour.

## PHÉNOMENE X.

1468. *Les Marées n'ont leur plein & entier effet, que dans les Mers qui ont au moins quatre-vingt-dix degrés d'étendue, d'orient en occident.* (Fig. 56).

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que l'*Action attractive de la Lune L*, s'étend dans tout l'arc B X A, pour abaiſſer les eaux en *a* & pour les élever en *b*. Mais ſi la Mer n'a que l'étendue B X: l'Action attractive de la Lune, eſt en pure perte pour tout l'arc X A. Il n'y a point d'eaux en A X, qui par leur abaiſſement X *a*, puiſſent contribuer au hauſſement des eaux X *b*: ainſi les eaux X A s'éleveront beaucoup moins en *b*.

D'ailleurs, l'Action attractive de la Lune étant ſucceſſive, ainſi que toute action phyſique & mécanique: il faut que les Eaux ſoient expoſées pendant un tems aſſez long aux actions ou impulſions attractives de la Lune, pour acquérir ſucceſſivement & peu à peu, en vertu de toutes ces actions répétées & accumulées, le degré de *Mouvement accéléré*, qui les

abaiſſe d'une part & les éleve de l'autre : ce qui ne peut avoir lieu ſuffiſamment & ſenſiblement, ni dans une *petite Mer*, de quelques centaines de lieues d'étendue ; ni dans les *grandes Mers trop voiſines des Poles*, où les eaux doivent être conſtamment & perſévéramment dans un état d'abaiſſement & de dépreſſion uniforme. (1455).

Ainſi, *les plus grandes Marées* doivent arriver dans l'immenſe Mer Pacifique, entre la Côte occidentale de l'Amérique & la Côte orientale de l'Aſie.

Quant à la Mer Atlantique, entre l'Afrique & l'Amérique, les *Marées* doivent être moins grandes dans la Zone torride, où la Mer a moins détendue : elles doivent être plus grandes dans les Zones tempérées, où la Mer s'étend davantage, ſur-tout du côté du midi ; & l'Expérience prouve & démontre que ces Conſéquences ſont très-conformes à la Nature en ce genre.

Dans quelques Iſles ſituées au milieu de l'Océan & non loin des Côtes, les *Marées* ne s'élevent ſouvent qu'à trois ou quatre pieds ; étant contrariées par le voiſinage des rivages, des bancs de ſable, des rochers ſaillans en différens ſens au ſein des Mers, leſquels les détournent de leur direction, & les portent ailleurs : elles s'élevent trois ou quatre fois plus, ſur les Côtes des grands Continens, où elles agiſſent en pleine liberté.

1469. REMARQUE. Le *Phénomene permanant du Flux & du Reflux*, dépend toujours en grande partie de la poſition des Mers à l'égard de l'Equateur, de la direction de leurs rivages, de la configuration de leurs baſſins, de mille & mille Cauſes particulieres, qui peuvent ou favoriſer ou contrarier le renflement & l'affaiſſement alternatifs des eaux, en tel & tel Lieu.

Ainſi, on ne doit point s'attendre à voir arriver par-tout uniformément les effets que nous avons annoncés: tels qu'ils arriveroient toujours, ſi le *fond de la Mer*, étoit un baſſin par-tout parfaitement uni, par-tout également profond, par-tout dirigé parallélement à l'Equateur & aux Tropiques.

Voici, ſur cet objet, quelques *Obſervations générales*, dont on pourra faire une infinité d'applications particulieres.

I°. Les Puits, les Lacs, les Etangs, les Rivieres, les Fleuves, tous les Amas d'eau qui ne communiquent point avec la grande Mer, n'ont point de flux & de reflux: parce que ces eaux n'ont pas aſſez d'étendue, pour être preſſées d'un côté & exaltées de l'autre, par l'action attractive de la Lune & du Soleil.

Les Forces attractives qui agiſſent ſur ces *petits Amas d'eau*, ſoit dans leur milieu, ſoit dans leurs deux extrémités, ſont toutes ſenſiblement égales & paralleles. Elles doivent donc ne produire, dans les différentes petites portions d'eau qu'elles affectent, aucune inégalité de peſanteur: comme nous l'avons fait voir & ſentir ailleurs. (1457).

II°. Les *petites Mers* qui communiquent avec la grande Mer, devroient toujours participer à ſon flux & reflux: puiſque les Eaux alternativement élevées & abaiſſées par l'action inégalement attractive du Soleil & de la Lune dans la grande Mer, devroient tantôt refluer des grandes Mers dans les petites, tantôt des petites dans les grandes.

Mais *différentes Cauſes* peuvent oppoſer un obſtacle invincible à cette communication alternative de flux & de reflux, entre les grandes & les petites Mers. Par exemple:

Dans la *Mer Baltique*, n'exiſte aucun flux & aucun reflux qui ſoit ſenſible. La cauſe & la raiſon en eſt, en premier lieu, que cette Mer eſt dans une Lati-

tude de cinquante-cinq à ſoixante degrés, où le flux & le reflux doit être déjà très-foible (1455) : en ſecond lieu, que le Détroit par où elle communique avec l'Océan, eſt & ſi reſſerré & ſi tortueux & ſi embarraſſé d'une foule de bancs de ſable, que dans l'intervalle du flux au reflux, l'accroiſſement & la diminution des eaux par-tout arrêtées & répercutées en mille manieres, ne peut pas s'y faire ſentir; à cauſe de la très-petite quantité qui peut ou y entrer au tems du flux, ou en ſortir au tems du reflux.

Dans la *Méditerranée*, le flux & le reflux eſt généralement tres-foible & preſque inſenſible. La cauſe & la raiſon en eſt, en premier lieu, que cette Mer, entre-coupée d'eſpace en eſpace par différentes Iſles conſidérables qui en font comme divers petits baſſins iſolés, n'eſt guere plus capable de recevoir le flux & le reflux par elle-même, que les Lacs & les autres petits Amas d'eau, dont nous venons de parler : en ſecond lieu, que le Détroit de Gibraltar, par lequel elle communique avec l'Océan, & qui n'a qu'environ quatre ou cinq lieues de large, eſt trop petit pour lui donner ou pour lui ôter, dans l'intervalle du flux au reflux, un volume d'eau capable d'augmenter ou de diminuer ſenſiblement ſa hauteur, dans une longueur d'environ neuf cens lieues, ſur une largeur moyenne d'environ cent trente lieues.

Dans la *Mer Rouge*, le flux & le reflux eſt très-conſidérable : parce que cette Mer aſſez droite, communiquant avec la grande Mer des Indes, par une large ouverture tournée vers l'orient, eſt très-propre à recevoir librement les Eaux ſurabondantes que le *Flux de l'Océan Indien* y accumule; & à laiſſer échapper librement les eaux enflées & accumulées, que le Reflux rappelle dans le même Océan.

Dans le *Golfe de Veniſe*, le flux & le reflux ſe fait un peu plus ſentir que dans le reſte de la Méditerra-

née : parce que ce Golfe, formé & ſitué, à l'égard de la plus grande capacité de la Méditerranée, à peu près comme le Golfe de la Mer Rouge eſt formé & ſitué à l'égard de l'Océan Indien, donne une facile entrée au petit renflement des eaux que la Lune éleve & entraîne à ſa ſuite, pendant le flux ; & que les côtes de Tunis, de la Sicile, de la Calabre ultérieure, de la Morée, & de l'Epire, répercutent de toute part, & tendent à accumuler dans ſon ſein.

### *OBJECTIONS A RÉFUTER.*

1470. OBJECTION I. Si l'*Action attractive du Soleil & de la Lune*, augmente la peſanteur des eaux en quadrature, diminue la peſanteur des eaux en conjonction & en oppoſition avec ces deux Aſtres : ces mêmes Cauſes devroient de même augmenter & diminuer alternativement la peſanteur du reſte des *Corps terreſtres*, de ſix en ſix heures ; & cette alternative de peſanteur tantôt augmentée & tantôt diminuée, devroit ſe faire appercevoir, ſur-tout au tems des grandes Marées, dans les oſcillations des Pendules : oſcillations qui dépendent de la peſanteur, & qui varient, quand la peſanteur ſouffre des variations. (251).

Or, on n'obſerve point de changement dans les oſcillations d'un Pendule : quoique ce Pendule, ainſi que les eaux de la Mer, ſoit tantôt en quadrature, tantôt en conjonction & en oppoſition, avec les deux Aſtres auxquels nous attribuons le flux & le reflux. Donc la Lune & le Soleil ne produiſent aucun changement de peſanteur dans ce Pendule. Donc ils n'en produiſent pas davantage, dans les eaux de la Mer. Donc toute la théorie de Newton ſur le Flux & le Reflux, eſt contraire à l'expérience : eſt fabuleuſe & ruineuſe.

RÉPONSE. Nous avouons ſans peine, avec Newton, que l'action attractive du Soleil & de la Lune, augmente & diminue alternativement, de ſix en ſix heures & quelques minutes, la peſanteur de tous les Corps terreſtres indifféremment, dans les Zones torrides & aſſez avant dans les Zones tempérées: qu'un Boulet de canon, qu'un Pendule, placé en B ou en D ſous la Lune en conjonction ou en oppoſition avec le Soleil, doivent avoir & ont réellement *un peu moins de Peſanteur*; que quand ſix heures ou dix-huit heures après, ils ſeront en quadrature avec ces deux Aſtres. (*Fig.* 56).

S'enſuit-il delà qu'un Pendule doive donner des *Vibrations moins rapides*, quand il eſt placé ſous ces deux Aſtres; des Vibrations plus rapides, quand il eſt comme en quadrature avec ces deux Aſtres? La conſéquence ſeroit juſte: ſi la quantité réelle de peſanteur, que l'action attractive de ces deux Aſtres, ajoute ou retranche au Pendule, étoit aſſez conſidérable pour produire un effet ſenſible; pour accélérer ou pour retarder ſenſiblement les vibrations du Pendule.

Mais la choſe n'eſt point & ne doit point être ainſi. Car, l'Expérience nous apprend que ſi ſur les deux baſſins d'une Balance la plus exacte & la plus mobile, on met de part & d'autre un poids d'environ ſix mille grains, on aura l'équilibre; & que ſi l'on ajoute d'un côté, *un Grain*, ou un ſix-millieme du poids total, l'équilibre reſtera encore, ſans que ce grain ajouté produiſe aucun effet ſenſible dans le poids qu'il augmente.

D'où il réſulte que l'*augmentation de Peſanteur dans un Corps*, ne peut ſe faire appercevoir par ſes effets; qu'autant qu'elle excede la ſix-millieme partie de la peſanteur naturelle de ce Corps.

Or, ſelon les calculs de Newton, la quantité de

peſanteur que retranche aux Corps terreſtres l'Attraction conjointe de la Lune & du Soleil en conjonction ou en oppoſition avec eux; qu'ajoute aux mêmes Corps terreſtres l'Attraction conjointe de la Lune & du Soleil en quadrature avec eux, eſt à leur peſanteur naturelle, comme 1 eſt à 2032890.

Cette *quantité de Peſanteur*, ajoutée ou retranchée, quantité $= \frac{1}{2032890}$, quantité incomparablement moindre que la quantité $= \frac{1}{6000}$ ajoutée à la Balance dont nous venons de parler, ne doit donc produire aucun effet que l'on puiſſe appercevoir dans les vibrations d'un Pendule; quoiqu'elle ſoit toujours une quantité réelle.

Les Perſonnes qui ſouhaiteroient de connoître comment & ſur quels Principes phyſico-mathématiques, Newton a pu fixer & déterminer cette *quantité de Peſanteur*, alternativement ajoutée & retranchée à un même Corps terreſtre, pourront trouver de quoi ſatisfaire leur curioſité en ce point, ou dans les Ouvrages même de Newton, ou dans les Inſtitutions Newtoniennes du ſavant & profond Abbé Sigorgne.

1471. OBJECTION II. Pour ſe tirer ici d'un abyme, ne ſe précipite-t-on pas dans un abyme oppoſé? Comment une ſi petite différence de peſanteur, dans les Eaux en conjonction & dans les Eaux en quadrature avec la Lune, peut-elle produire un effet auſſi ſenſible & auſſi frappant, que celui du renflement & de l'affaiſſement alternatifs de la Mer; renflement & affaiſſement de dix ou douze pieds, & quelquefois davantage?

RÉPONSE. On conçoit facilement qu'une Force vive (278), quoique très-foible en elle-même, en multipliant comme à l'infini ſes Actions attractives ſur des Molécules d'eau infiniment mobiles, peut

au bout d'un certain tems, produire un effet très-ſenſible dans ces molécules d'eau. Démontrons que la force trouvée & déterminée par Newton = $\frac{1}{20312890}$, peut élever les eaux de la Mer d'environ dix ou douze pieds ſous la Lune.

I°. On ſait que la *peſanteur des Corps quelconques*, & par conſéquent des eaux de la Mer, eſt plus grande ſous les Poles, que ſous l'Equateur; & que la peſanteur d'un Corps quelconque ſous les poles, eſt à la peſanteur du même Corps ſous l'équateur, à peu près comme 202 eſt à 201. (252).

La *différence de Peſanteur*, ſous l'équateur & ſous les poles, eſt donc d'environ $\frac{1}{202}$.

II°. On ſait que la Terre eſt renflée vers ſon Equateur & applatie vers ſes Poles; & que les *eaux de la Mer*, ont ſix ou ſept lieues de plus en hauteur ſous l'équateur, que ſous les poles. (1375).

Une diminution de Peſanteur, égale à $\frac{1}{202}$, produit donc dans ces eaux ſous l'équateur, un renflement égal à environ ſix lieues qui ſont 82332 pieds.

III°. Que l'on cherche maintenant par une ſimple Regle de trois, quel changement doit produire dans la hauteur naturelle & moyenne des eaux de la Mer, une augmentation de Peſanteur = $\frac{1}{20312890}$; en faiſant cette proportion : $\frac{1}{202} . \frac{1}{20312809} :: \frac{82332}{1} . x$.

On trouvera pour quatrieme Terme, environ 8 (*Math.* 212); & ce quatrieme terme exprimera le nombre de pieds dont les eaux de la Mer doivent s'élever au-deſſus de leur hauteur naturelle, quand leur Peſanteur eſt diminuée d'une quantité = $\frac{1}{20312890}$.

Ce *quatrieme Terme* 8 : telle ſeroit la quantité dont s'éleveroient toujours au-deſſus de leur hauteur naturelle, les Eaux en conjonction avec la Lune & le Soleil, en vertu de l'*action attractive de ces deux Aſ-*

*ères* ? ſi cette action attractive agiſſoit toujours en plein & ſans aucun obſtacle ſur ces eaux.

Telle ſeroit auſſi la quantité dont elles s'abaiſſeroient au-deſſous de leur hauteur naturelle, environ ſix heures après : ſi l'action qui les abaiſſe, étoit égale à l'action qui les éleve : mais celle-là n'eſt qu'environ la moitié de celle-ci. (1237).

IV°. Delà, dans les plus grandes Marées, une différence d'élévation, d'environ *douze Pieds*, entre le plus haut point du Flux & le plus bas point du Reflux.

S'il arrive quelquefois que la Mer s'éleve davantage ſur les Côtes : cela vient de ce que frappant le rivage avec force, elle eſt obligée de s'élever davantage, par cela même.

V°. Au reſte, ce phénomene, produit par une Cauſe qui paroît comme infiniment petite, ne doit pas être plus ſurprenant qu'une infinité d'autres qui n'étonnent point. Ne voit-on pas très-fréquemment les *eaux de la Mer*, fort agitées, lors même que le calme regne ſur la Terre ferme ? Cela vient de la grande mobilité des eaux de la mer, qui s'agitent par les petites impulſions ſucceſſives du moindre ſouffle ; & qui conſervant par leur inertie, par leur réſiſtance au mouvement & au repos, la vîteſſe qu'elles ont reçue, ont à la fin un mouvement très-ſenſible : quoique la Cauſe qui le produit, ne ſoit preſque rien dans ſon origine.

1472. OBJECTION III. Il eſt certain, & tout le Monde éclairé convient unanimement, que le Phénomene du flux & du reflux, a pricipalement pour Cauſe, l'*action de la Lune ſur les eaux de la Mer.*

Mais cette action de la Lune, au lieu d'être une Attraction, ne pourroit-elle pas être une Preſſion ? Cette idée accomoderoit beaucoup mieux l'I-

magination; qu'il ſera toujours difficile de reconcilier parfaitement, avec l'Attraction.

RÉPONSE. L'*Imagination* a droit d'être flattée & courtiſée dans un Roman, dans un Poëme, dans un Tableau de fantaiſie, c'eſt ſon empire; & non dans la théorie des Cauſes phyſiques, où elle ne peut rien mettre du ſien, à l'exception peut-être de l'expreſſion & du coloris, ſans y tout gâter. Ainſi, il ne dépend pas du caprice du Phyſicien, d'attribuer le Phénomene du flux & du reflux, à la cauſe qui flatte le plus ou qui révolte le moins l'Imagination: puiſque ce Phénomene ne doit & ne peut raiſonnablement être attribué, qu'à la Cauſe qui le produit réellement, & dont l'influence eſt démontrée par ſes effets, ſoit généraux, ſoit particuliers.

Or, il eſt évident que le Phénomene du flux & du reflux, n'eſt point dû à une *preſſion de la Lune ſur les eaux de la Mer*; à une Preſſion qui ſoit diſtinguée de ſon attraction dans le Vide. (*Fig.* 56 & 57).

I°. La Lune ne peut agir par preſſion ſur les eaux de la Mer: ſans qu'il y ait entre elle & la Mer, une matiere compreſſible, aſſez denſe pour réſiſter puiſſamment à ſa preſſion; une matiere aſſez réagiſſante, pour tranſmettre efficacement & très-rapidement ſa preſſion aux eaux de la Mer; une matiere aſſez ſemblable à celle des Tourbillons Cartéſiens, dont nous avons démontré tant de fois & la fable & la chimere.

Or, il conſte évidemment, par toute la théorie du Mouvement, par toute la théorie des Cauſes phyſiques, qu'une telle matiere n'exiſte point entre la Terre & la Lune: elle ne peut donc pas tranſmettre à la Mer, une preſſion de la Lune. (1398).

II°. S'il y avoit, entre la Terre & la Lune, une matiere compreſſible, propre à tranſmettre à la Mer la preſſion de la Lune; il eſt évident que cette ma-

tiere, preſſée & affaiſſée par la Lune, devroit principalement preſſer & affaiſſer les eaux qui ſont en conjonction & en oppoſition avec elle; les faire refluer au loin & les élever de toute part vers les Points terreſtres qui ſont en quadrature avec elle; c'eſt-à-dire, vers les Poles de la Terre, & vers tous les points d'une Circonférence terreſtre dont le Rayon vecteur de la Lune, ſeroit l'axe: ce qui eſt évidemment contraire à toute la théorie expérimentale du Flux & du Reflux.

Il eſt donc évident que le Phénomene du flux & du reflux, n'a point pour cauſe une preſſion de la Lune; & que la théorie du Plein & des Tourbillons, ne cadreroit pas plus heureuſement avec les Phénomenes des Marées, qu'avec les phénomenes du mouvement des Planetes & des Cometes. (1399).

## CHAPITRE TROISIEME.

### DÉPENDANCES DU FLUX ET DU REFLUX.

Du grand Phénomene du Flux & du Reflux, dépendent certains *Courans d'eau*, dans la Mer; certains *Courans d'air*, dans l'Atmoſphere. Les uns & les autres exigent ici une attention particuliere.

1473. OBSERVATION. Quelle que ſoit la Cauſe phyſique du Flux & du Reflux: il eſt certain que la *partie ſaillante du Sphéroïde aqueux*, toujours principalement dirigée vers la Lune, ſuit perſévéramment la Révolution diurne, réelle ou apparente, de cette Planete: faiſant chaque jour une révolution BADCB de part & d'autre, d'orient en occident, autour de la Terre; élevant & abaiſſant ſucceſſivement les eaux, ſoit dans l'hémiſphere tourné vers la Lune, ſoit dans l'hémiſphere oppoſé. (*Fig.* 56).

Quand la Lune eſt dans le plan de l'équateur : le Sphéroïde aqueux fait ſa révolution diurne, d'orient en occident, dans le plan de l'Equateur. Quand la Lune eſt hors du plan de l'équateur : la double pointe oppoſée du Sphéroïde aqueux, décrit en-decà & en-delà de l'équateur, une double circonférence ſenſiblement parallele au *Cercle diurne* que décrit ou que paroît décrire la Lune dans le même tems. Sur quoi voici quelques Remarques eſſentielles à faire.

I°. Quand le grand axe du Sphéroïde aqueux, eſt dans le plan de l'Equateur : le ſommet *b* de ce Sphéroïde, fait en vingt-quatre heures & environ cinquante minutes, la Révolution *b a d c b* : toujours ſaillant comme en *b*, toujours éloigné de la Lune d'environ quarante-cinq degrés vers l'orient ; élevant toujours les eaux à la ſuite de la Lune, d'abord en B, enſuite en X, enſuite en A, enſuite en G, enſuite en D, enſuite en H, en C, en R, & de nouveau en B. (*Fig.* 56).

Mais il ne s'enſuit pas delà, que les *Eaux individuelles B*, ſuivent le mouvement diurne de la Lune, ainſi que la partie ſaillante du Promontoire aqueux. Ces eaux individuelles B, alternativement élevées de B en *b*, & abaiſſées de *b* en B, reſtent toujours ſenſiblement dans le même lieu ; répondent toujours à peu près aux mêmes points du baſſin qui les ſoutient ; ſont toujours, du moins dans un tems de calme, placées ſur le même Rayon vecteur terreſtre TB : ſans ſe porter de B en X à la ſuite de la Lune, par un mouvement progreſſif d'orient en occident.

La raiſon en eſt, que ſi maintenant la Lune en N, les attire dans la direction BX, dans environ dix-huit heures & demie ; la Lune en K, les attirera dans la direction oppoſée BR : & ainſi du reſte. Ces attractions égales & oppoſées BX & BR ſe détruiſent

ſent ; & les Eaux individuelles B, ne ſont ſenſiblement attirées ni d'un côté ni de l'autre.

Ainſi, l'action attractive de la Lune, ne donne aux *Eaux individuelles* qu'elle éleve & qu'elle abaiſſe alternativement dans ſa *Révolution diurne*, ni un Mouvement d'orient en occident, ni un Mouvement d'occident en orient. On peut & on doit dire la même choſe, de l'action attractive du Soleil.

II°. Comme la partie ſaillante du Sphéroïde aqueux, eſt toujours principalement dirigée vers la Lune ; & que la Lune paſſe alternativement de l'équateur vers les tropiques, & des tropiques vers l'équateur : il s'enſuit que la *partie ſaillante du Sphéroïde aqueux*, doit tantôt ſe promener ſur les Mers de l'Equateur, tantôt s'écarter plus ou moins de part & d'autre vers les deux Tropiques.

Quand cette partie ſaillante du Sphéroïde aqueux, ſera de part & d'autre dans le plan de l'Equateur : les *Mers des Tropiques*, reflueront vers l'Equateur ; pour y former ou pour y augmenter le double Promontoire aqueux.

Quand enſuite la partie ſaillante du Sphéroïde aqueux, ſera de part & d'autre ſous les Tropiques : les *Mers de l'Equateur*, ſeront forcées de refluer vers les Tropiques ; pour y former ou pour y augmenter de part & d'autre le double Promontoire aqueux.

Delà, un *Déplacement alternatif & périodique*, dans une portion aſſez conſidérable des eaux de la Mer, pendant la *Révolution annuelle* de la Terre autour du Soleil : déplacement qui peut & qui doit opérer néceſſairement dans la Mer, bien des phénomenes remarquables, parmi leſquels nous ne ferons ici attention qu'aux Courans marins.

III°. En vain diroit-on que la partie ſaillante du Sphéroïde aqueux, eſt peu de choſe, par rapport à l'immenſe volume des eaux de la Mer. Il eſt facile de

faire voir & ſentir que cette *partie ſaillante & mobile du Sphéroïde aqueux*, renferme réellement un très-grand Volume d'eau. (*Fig.* 56).

Car, elle conſiſte de part & d'autre, autour de la Terre & ſous la Lune, en une double Couche ou Calotte aqueuſe *a b c d a*, dont l'épaiſſeur, d'environ douze pieds dans ſon milieu & dans ſon plus grand renflement, va en diminuant inſenſiblement juſqu'à cinquante-quatre degrés & quarante-quatre minutes en tout ſens (1237); c'eſt-à-dire, juſqu'à plus de treize cens cinquante lieues vers l'orient, vers le couchant, vers le nord & vers le midi, autour du Lieu B & D où eſt la plus grande hauteur des eaux ſaillantes qui la forment.

Un *tel Volume d'eau*, au-deſſus & au-deſſous de la Terre, en ſe tranſportant alternativement de l'équateur vers les tropiques, & des tropiques vers l'équateur, pourroit-il manquer de produire des effets ſenſibles & remarquables ſur les *différentes portions de la Mer*, où il fait conſtamment & périodiquement ſes évolutions, du midi vers le nord & du nord vers le midi? Delà, des Courans d'eau périodiques, dans la Mer: delà, des Courans d'air périodiques, dans l'Atmoſphere.

### *INFLUENCE DU FLUX ET DU REFUX, DANS LES COURANS MARINS.*

1474. DÉFINITION. On nomme *Courans marins*, certains Torrens plus ou moins rapides, plus ou moins volumineux, qui ont, au ſein de la Mer, un *Mouvement progreſſif*, aſſez ſemblable à celui qu'ont nos Torrens & nos Rivieres au ſein des Continens: avec cette différence, que nos torrens & nos rivieres coulent toujours dans le même ſens au ſein des terres; au lieu que les mêmes Courans marins coulent aſſez ſouvent en des ſens oppoſés au ſein des Mers.

I°. Il y a dans la Mer, des *Courans conſtans;* qui vont toujours dans le même ſens. Tel eſt le Courant qui coule ſans ceſſe de la Mer Noire dans la Méditerranée, par le détroit de Conſtantinople. Tels ſont auſſi les Courans qui coulent ſans ceſſe, à ce que l'on prétend, des côtes d'Afrique vers les côtes d'Amérique.

II°. Il y a dans la Mer, des *Courans accidentels,* qui dépendent d'une agitation actuelle dans telle & telle Mer, & qui ceſſent ou qui changent avec la Cauſe qui les produit.

III°. Il y a dans la Mer, des *Courans doubles,* qui vont en des ſens oppoſés, l'un au-deſſus de l'autre: comme on voit deux Nuages aller l'un du midi au nord, l'autre du nord au midi, au ſein de deux Courans aériens mus en des ſens oppoſés l'un au-deſſus de l'autre.

Tels ſont, ſelon quelques Obſervateurs, les deux Courans oppoſés du Détroit de Gibraltar: où le Courant ſupérieur, dit-on, entre dans la Méditerranée, tandis que le Courant inférieur en ſort. Ces ſortes de Courans ne ſauroient être conſtans & permanans.

## PROPOSITION.

1475. *Les divers Courans marins paroiſſent avoir pour Cauſes phyſiques, ou les eaux des Fleuves, qui enflent certaines Mers; ou l'impulſion des Vents, qui accumule les eaux ſur certaines Côtes; ou l'action attractive de la Lune & du Soleil, qui tranſporte un aſſez grand Volume d'eau, tantôt de l'Equateur vers les Tropiques, tantôt des Tropiques vers l'Equateur.*

EXPLICATION. I°. Il y a des *Courans marins,* qui paroiſſent avoir uniquement pour Cauſe conſtante, la *ſurabondance des Eaux,* que les Fleuves déchargent

au ſein de certaines petites Mers. Tel eſt le Courant du Détroit de Conſtantinople.

La Mer Noire, de peu d'étendue, reçoit ſans ceſſe dans ſon ſein, une énorme quantité d'eau, qu'y viennent décharger une foule de grands Fleuves, tels que le Danube, le Nieper, le Nieſter, le Don ou le Tanaïs. L'*Evaporation* ne ſuffit pas pour délivrer & décharger cette Mer, de l'immenſe quantité d'eau qu'elle reçoit ſans ceſſe; & qui lui donnant plus de hauteur que n'en a la Méditerranée, la force à décharger ſans ceſſe ſes eaux ſurabondantes, dans cette derniere Mer.

II°. Il y a des *Courans marins*, qui paroiſſent avoir pour Cauſe unique, l'*impulſion des Vents*. Car, ils n'ont lieu, qu'au tems où la Mer eſt agitée & ſoulevée par certaines Tempêtes plus ou moins violentes: qui accumulant les eaux tantôt ſur un rivage, tantôt ſur un rivage oppoſé, leur donnent différentes directions relatives & au vent qui les agite, & au rivage qui les arrête & les répercute.

III°. Il y a des *Courans marins*, qui paroiſſent avoir principalement & primitivement pour Cauſe phyſique, l'action conſtante qui produit & qui promene le Flux & le Reflux ſur les différentes parties de la Mer. (1473).

Car, les *eaux de la Mer*, en refluant d'abord de part & d'autre de l'Equateur vers les Tropiques, en refluant enſuite de part & d'autre des tropiques vers l'équateur, ne peuvent manquer d'être très-fréquemment arrêtées ou détournées dans leur cours, tantôt par de grandes Iſles, tantôt par les Côtes des grands Continens, tantôt par les fonds irréguliérement inégaux des Baſſins qui les contiennent. Ne doivent-elles donc pas, ſelon les Loix de l'impulſion & de la réaction des Liquides, former en une infinité d'endroits, de grands Courans marins, qui au-

ront tous pour Cauſe générale & primitive, la *Cauſe même du flux & du reflux ;* mais dont la direction, la force, la durée, l'étendue, dépendront d'une infinité de cauſes particulieres, qui quelquefois ſe dévoileront au premier coup-d'œil, & quelquefois ſe cacheront obſtinément à toute la ſagacité du plus attentif Obſervateur ?

Par exemple, on peut rendre raiſon des Courans marins qui ont leur direction des côtes de l'Afrique vers les côtes de l'Amérique, en cette maniere. Que l'on conçoive ſous l'Equateur terreſtre, entre l'Afrique & l'Amérique, une *longue chaîne de Montagnes*, cachées ſous la Mer à une aſſez grande profondeur.

Quand le double Promontoire aqueux ſe portera de l'Equateur vers les deux Tropiques : les Eaux qui refluent de l'Equateur vers les Tropiques, arrêtées en partie par cette chaîne de Montagnes, couleront parallélement à l'obſtacle qui les captive, des côtes de la Guinée où elles ſont accumulées & arrêtées de toute part, vers les côtes du Bréſil & vers le Golfe du Mexique, où les Mers s'ouvrent davantage.

Quand enſuite le double Promontoire aqueux paſſera des Tropiques vers l'Equateur : les Eaux qui ſe portent des Tropiques vers l'Equateur ; après s'être gonflées & accumulées vers les côtes de la Guinée, qui les reſſerrent & les arrêtent, ſeront obligées de refluer le long de la même chaîne de Montagnes, vers l'Amérique où elles peuvent s'étendre en plus grande liberté.

### *LE FLUX ET LE REFUX, DANS L'ATMOSPHERE TERRESTRE.*

### PROPOSITION.

1476. *L'Atmoſphere terreſtre doit eſſuyer un Flux & un Refluxe aſſez ſemblable à celui de la Mer.*

EXPLICATION. Il eſt évident, ainſi que nous l'avons précédemment obſervé, que l'Atmoſphere terreſtre eſt en priſe à la même Cauſe phyſique qui produit le Flux & le Reflux, dans les eaux de la Mer: puiſque l'action de cette Cauſe phyſique, affecte indifféremment tous les Corps quelconques; & que l'Atmoſphere terreſtre eſt compoſée de parties intrinſéquement peſantes, de parties ſéparément mobiles, de parties qui ont une révolution diurne autour de la Terre, d'occident en orient, de même que les Eaux de la Mer. (*Fig.* 56).

Ainſi, en ſuppoſant qu'en ℜADCB, exiſte l'*Atmoſphere terreſtre*, élevée de quinze ou ſeize lieues au-deſſus de la ſurface de la Terre & de la Mer:

I°. La *Portion B & D* de l'Atmoſphere terreſtre, qui vue du centre de la Terre, eſt en conjonction ou en oppoſition avec la Lune L, doit perdre *une partie de ſa Peſanteur*; ainſi que la portion de la Mer ſur laquelle elle eſt appuyée.

Elle tendra donc à s'élever de part & d'autre, en un *double Promontoire aérien*, préciſément au-deſſus du double Promontoire aqueux *b* & *d*.

II°. Au contraire, la *Portion A & C* de l'Atmoſphere terreſtre, qui vue du centre de la Terre ſera en quadrature avec la Lune, doit acquérir une *augmentation de Peſanteur*, ainſi que les Eaux qu'elle enveloppe.

Elle devra donc s'affaiſſer de toute part, vers le centre de la Terre; & former la *partie applatie du Sphéroïde aérien*, préciſément au-deſſus de la partie applatie ou affaiſſée du Sphéroïde aqueux *a* & *c*.

III°. Le *Sphéroïde aérien*, ayant toujours ſon grand axe dirigé vers la Lune à environ quarante-cinq degrés à l'orient de cette Planete, en ſuivra réguliérement les divers Mouvemens réels, de l'Equateur vers les Tropiques, & des Tropiques vers l'Equateur; ainſi que le Sphéroïde aqueux: puiſque le

Sphéroïde aérien & le Sphéroïde aqueux dépendent en tout & pour tout de la même Cauſe phyſique ; ſavoir, de l'Attraction combinée de la Lune & du Soleil.

IV°. Le *renflement du Sphéroïde aérien*, ſera plus grand que le renflement du Sphéroïde aqueux : ſoit parce que l'Atmoſphere étant plus près de la Lune que la Mer, elle ſouffre une plus grande Attraction ſous la Lune (1416) : ſoit parce que l'Atmoſphere ayant au moins vingt ou trente fois plus de hauteur & de profondeur que la Mer, elle eſt expoſée partout dans ſes Quadratures à une *plus grande Obliquité d'attraction*, qui fait que l'action de la Lune eſt employée en plus grande partie, à la preſſer vers le centre de la Terre. (1457).

V°. Quand la partie renflée & ſaillante du Sphéroïde aérien, gravite ſur un Barometre ; la Colonne aériene ne doit pas élever davantage la Colonne de mercure : parce que, ſi cette Colonne aériene a plus de hauteur qu'une Colonne éloignée de quatre-vingt-dix degrés, elle a auſſi proportionnellement moins de peſanteur ; & qu'ainſi l'équilibre reſte & ſubſiſte, entre l'une & l'autre.

VI°. Comme la partie ſaillante du Sphéroïde aérien, ſe porte alternativement de part & d'autre, de l'équateur vers les tropiques, & des tropiques vers l'équateur : il eſt viſible que ces *Evolutions permanantes du Sphéroïde aérien*, doivent entretenir un petit Mouvement perpétuel dans l'Atmoſphere terreſtre ; qui refluant & ſe portant périodiquement tantôt du midi vers le nord, tantôt du nord vers le midi, peut & doit par cela même, entrer pour quelque choſe, dans la Cauſe générale des Vents ; & pour beaucoup, dans ces ſortes de Vents périodiques qui ſont connus ſous le nom de Mouſſons, & dont nous avons donné précédemment une idée générale. (837 & 852).

## *LES MOUSSONS, DÉPENDANCES DU FLUX ET DU REFLUX DANS L'ATMOSPHERE.*

1477. OBSERVATION. La Terre & la Lune ſont ſix mois de ſuite dans les Signes ſeptentrionnaux en GKL, s'éloignant pendant trois mois & pendant trois mois ſe rapprochant de l'Equateur GSL. (*Fig.* 22).

Et pendant tous ces ſix mois, le grand axe du *Sphéroïde aérien*, ainſi que celui du Sphéroïde aqueux, ſera dirigé vers la Lune. (*Fig.* 56 & 57).

I°. On conçoit par-là, que l'Atmoſphere terreſtre refluera ſucceſſivement de l'Equateur ABA vers les Tropiques; & enſuite des Tropiques vers l'Equateur : ce qui y produira néceſſairement des *Courans aériens*, qui auront leur direction, tantôt du Sud-Oueſt au Nord-Oueſt, tantôt du Nord-Oueſt au Sud-Oueſt; & dans leſquels exiſteront les mêmes ſymptômes & les mêmes caracteres que l'on obſerve dans ceux qui ſont connus ſous le nom général de *Mouſſons*.

La même choſe aura lieu, quand la Terre & la Lune, pendant les autres ſix mois de l'année, ſe trouveront dans les Signes méridionaux.

II°. On ſent aiſément que ces *Courans aériens* ſeront ſujets à éprouver dans leur partie inférieure, près de la ſurface de la Terre, de *très-grandes Variations* dans leur direction : à raiſon des différentes inégalités que leur préſentent & que leur oppoſent les Iſles & les Continens ſur leſquels ſe font ou tendent à ſe faire leurs évolutions périodiques. (*Fig.* 64).

Par exemple, un *Courant aérien B S* qui tend de l'occident vers l'orient avec une plus ou moins grande déclinaiſon, & qui rencontre une grande chaîne de Montagnes ou une Côte maritime fort élevée, dont la direction générale DN eſt du nord au midi, ſe trouvant arrêté & réfléchi par ces Montagnes ou par cette Côte, ſoufflera dans ſa partie inférieure,

du nord au midi, ou du midi au nord, & ainſi du reſte : comme un *Courant marin*, que la Cauſe générale du Flux & du Reflux pouſſeroit du Couchant au Levant, arrêté & répercuté par des Iſles, par des Continens, par des Montagnes cachées ſous la Mer, prend la direction de l'Obſtacle qui lui donne une direction nouvelle.

### *LES VENTS ALISÉS, DÉPENDANCES DE LA RÉVOLUTION DIURNE DU SOLEIL AUTOUR DE LA TERRE.*

1478. OBSERVATION. Comme une *moitié de l'Atmoſphere terreſtre*, eſt toujours tournée vers le Soleil; & que la partie qui regarde cet Aſtre, eſt toujours plus échauffée & plus dilatée que la partie oppoſée : il s'enſuit que le Soleil, doit occaſionner & entretenir une *agitation perpétuelle* dans toutes les parties de cette Atmoſphere, qu'il échauffe & qu'il dilate ſucceſſivement dans ſa révolution diurne, réelle ou apparente autour d'elle, d'orient en occident. (*Fig.* 56).

Delà, ces *Courans aériens permanans*, qui ſoufflent perſévéramment, quoique très-foiblement, pendant toute l'année, d'Orient en Occident, avec différens degrés d'obliquité, & qui ſont connus ſous le nom général de *Vents aliſés*. (836).

Nous avons déjà obſervé précédemment qu'il n'eſt pas facile de rendre une raiſon bien décidée & bien ſatisfaiſante du Phénomene des Vents aliſés : phénomene qui paroît ne dépendre en rien de la Cauſe du Flux & du Reflux ; puiſqu'il a une direction & une marche toute contraire à celle que devroit lui donner cette Cauſe : phénomene qui paroît dépendre en tout & uniquement de la révolution apparente du Soleil autour de la Terre ; puiſqu'il ſuit aſſez réguliérement la marche apparente de cet Aſtre, dans ſa révolution diurne V S T V, d'orient en occident.

II°. Voici l'idée que nous nous formons du *Phénomene des Vents aliſés :* idée que nous ne devons à perſonne ; & que nous ne donnons au Public, que pour ce qu'elle peut valoir. (*Fig.* 56).

Selon les Loix générales de l'Equilibre hydroſtatique : les *Colonnes aériennes* plus orientales, ſur leſquelles a paſſé le Soleil dans ſa révolution diurne STV, étant plus échauffées & plus dilatées, doivent avoir plus de hauteur que n'en ont les *Colonnes aériennes plus occidentales*, qui n'ont point encore été en priſe au feu des Rayons ſolaires.

Les Colonnes aériennes plus orientales & plus dilatées B*d*, ayant plus de hauteur que les Colonnes aériennes plus occidentales & plus condenſées X : la *partie ſupérieure & protubérante des premieres*, ſe portera & ſe précipitera ſucceſſivement par ſa pente naturelle, ſur la partie ſupérieure & moins élevée des dernieres ; & delà réſultera, dans cette partie ſupérieure des Colonnes aériennes inégalement élevées, un *petit Courant aérien*, qui aura perſévéramment ſa direction *b* X du Levant au Couchant, ainſi que la direction diurne du Soleil.

Ce petit Courant aérien, produit uniquement dans la *partie ſupérieure de l'Atmoſphere*, ſe communiquera de proche en proche, en s'affoibliſſant toujours de plus en plus, à la partie moyenne, & enſuite à la *partie la plus baſſe de l'Atmoſphere*, où il ſera à peine ſenſible ; & où il ne ſe fera réellement ſentir, que lorſqu'il agira en toute liberté & ſans aucun obſtacle ſur des Mers immenſes, telles que celles qui exiſtent entre les Côtes occidentales de l'Amérique, & les Côtes orientales de l'Aſie & de la nouvelle Hollande. (836 & 852).

*LA RÉVOLUTION DIURNE DE LA TERRE, PERSÉVÉRAMMENT UNIFORME ET ISOCHRONE.*

1479. OBSERVATION. On a mis en Problême,

dans ces derniers tems, ſi la *Révolution diurne de la Terre autour de ſon axe*, eſt toujours de même durée; ou ſi elle devient plus lente & plus longue, de ſiecle en ſiecle; & d'après une foule de mauvaiſes Spéculations & de mauvais Raiſonnemens, on a voulu perſuader à un certain Public, que la Terre met réellement plus de tems aujourd'hui à faire ſa révolution diurne autour de ſon Axe, qu'elle n'en mettoit dans les ſiecles antérieurs; & que les *Heures d'aujourd'hui*, ſont réellement plus longues chacune, qu'elles ne l'étoient au tems d'Alexandre, au tems du ſiege de Troie, & ainſi du reſte. (1326).

Pour ſe perſuader & pour ſe convaincre que la révolution diurne de la Terre, doit être perſévéramment la même, perſévéramment uniforme & iſochrone: il ſuffira de faire attention que, ſelon la théorie & ſelon les Loix générales & fondamentales du Mouvement, un *Mouvement exiſtant dans la Nature*, y reſte & y ſubſiſte néceſſairement toujours le même, juſqu'à ce que quelque *Cauſe phyſique* vienne y produire un changement réel (309 & 311); & que la Terre n'a, ni en elle-même, ni hors d'elle-même, aucune Cauſe phyſique, qui puiſſe en aucune maniere, rendre plus lente & plus longue ſa Révolution diurne ABA autour de ſon Axe DF. (*Fig.* 10).

I°. Il eſt certain d'abord, ainſi que nous l'avons obſervé & démontré précédemment, que la Terre, dans le Vide immenſe des Cieux, pendant ſa révolution périodique P Q R T P autour du Soleil, n'eſt en priſe à aucune Cauſe phyſique, étrangere à ſa nature, qui puiſſe accélérer ou retarder en aucune maniere, ſa Révolution diurne ABA autour de ſon Axe DF. (1399 & 1402).

II°. Il eſt certain enſuite, que la Terre n'a non plus en elle-même, aucune Cauſe phyſique, qui ſoit propre à accélérer ou à rétarder ſa Révolution diurne; & que tout ce que l'on a imaginé pour prou-

ver que cette Révolution diurne ABA eſt réellement plus lente & plus longue aujourdhui qu'elle ne l'étoit dans les ſiecles antérieurs, n'eſt qu'un vain enchaînement de *Principes mal pris & mal conçus*, d'où ne réſulte aucune des Conſéquences que l'on s'efforce d'en déduire.

Les *Courans aériens* & les *Courans matins* : telles ſont, dit-on, les Cauſes phyſiques dont l'action impulſive doit rendre perſévéramment plus lente & plus longue, de jour en jour, de ſiecle en ſiecle, la révolution diurne de la Terre autour de ſon Axe.

RÉFUTATION. Il eſt facile de faire voir d'une maniere bien ſenſible & en peu de mots, qu'aucune de ces deux Cauſes phyſiques, n'eſt propre à produire l'Effet imaginaire que l'on cherche à leur attribuer.

I°. Il eſt certain d'abord, que les *Courans aériens* ou les *Vents*, quelle qu'en ſoit & l'origine & la direction & la vîteſſe, ne ſont point propres par leur nature, à retarder réellement & progreſſivement la Révolution diurne ABA de la Terre autour de ſon Axe D F. (*Fig.* 10):

En premier lieu, parce que les *Vents libres & variables* & les *Vents réguliers & périodiques*, en ſoufflant plus ou moins obliquement, tantôt du levant au couchant, tantôt du couchant au levant, doivent tendre d'une part à accélérer la Révolution diurne de la Terre, autant préciſément que de l'autre, ils peuvent tendre à la retarder.

En ſecond lieu, parce que les *Vents généraux & permanans*, qui ſoufflent ſans ceſſe du levant au couchant, ſous le nom de *Vents aliſés*, n'ont qu'une action comme infiniment foible, dans la partie par où ils peuvent avoir priſe ſur la Terre & ſur la Mer; & qu'une telle action doit être regardée comme équivalemment nulle dans ſon effet, ſur une maſſe auſſi énorme que l'eſt la maſſe terreſtre. (*Fig.* 64).

En troiſieme lieu, parce qu'en ſuppoſant que cette *Action comme infiniment foible* des Vents généraux & permanans, puiſſe & doive être réellement comptée à la longue pour quelque choſe : ces mêmes Vents, & tous les autres Vents quelconques, en vertu de l'Elaſticité parfaite du Fluide qui conſtitue leur nature, ont toujours & par-tout néceſſairement une *Force de Réaction*, préciſément égale à la force quelconque de leur Action ; & par conſéquent, que ſi un Vent quelconque ABM, en ſoufflant d'orient en occident, tend à contrarier plus ou moins la révolution diurne RXV de la Terre, par ſon impulſion contre une chaîne de Montagnes ou contre une Côte maritime qui aient leur direction du nord au midi : ce même Vent quelconque tendra néceſſairement par ſa réaction, toujours égale & oppoſée à ſon action, à favoriſer cette même révolution diurne de la Terre. Par exemple : (*Fig.* 64).

Si un *Courant aérien ABM*, par ſon action impulſive, tend à pouſſer la Montagnes BM vers l'occident : ce même Courant aérien, par ſa réaction BSDN, tendra néceſſairement à pouſſer la ſurface terreſtre S & la Montagne ou la Colline oppoſée DN, vers l'orient ; & l'action impulſive ABM, détruite par la réaction également impulſive BSDN, n'aura réellement aucune influence ſur la maſſe terreſtre T.

II°. Il eſt certain de même, que les *Courans marins* ne ſont aucunement propres à rendre réellement plus lente & plus longue la Révolution diurne de la Terre autour de ſon axe :

En premier lieu, parce que les Courans marins qui ſont formés par les grands Fleuves, en prennent aſſez généralement la direction ; & que ſi parmi les Fleuves, il y en a un grand nombre qui ont leur direction d'orient en occident, il y en a au moins un tout auſſi grand nombre qui ont leur direction d'occident en orient,

En ſecond lieu, parce que les Courans marins qui doivent leur origine & leur exiſtence à la Cauſe générale du Flux & du Reflux, ou à l'Action attractive de la Lune & du Soleil, ont leur direction BSN vers l'orient, tout auſſi long-tems qu'ils peuvent l'avoir vers l'occident.

En troiſieme lieu, parce que s'il exiſte des Courans marins qui ſoient occaſionnés par l'action permanante, mais très-foible, des Vents aliſés : l'Action de ces Courans, ne ſauroit être qu'une action infiniment foible, & par conſéquent, qu'une action comme nulle dans ſon effet, relativement à l'énorme maſſe de la Terre. (*Fig.* 64).

En quatrieme lieu, parce que dans les Courans marins, ainſi que dans les Courans aériens, exiſte une *Force de Réaction*, oppoſée à l'action impulſive qu'ils exercent contre l'Obſtacle qui les arrête & qui les répercute; & que ſi un *Courant marin ABM*, par ſon action impulſive, tend à pouſſer le Rivage BM vers l'occident; ce même Courant marin, par ſa Réaction BSDN, tendra néceſſairement à pouſſer les Eaux & le Rivage DN vers l'orient.

L'action impulſive ABM, détruite par la réaction ou la répercuſſion également impulſive BSDN, n'aura donc aucune influence réelle & poſitive ſur la *Maſſe terreſtre T*, pour en contrarier, pour en retarder, pour en rendre plus lente & plus longue la révolution diurne RXV.

## *RÉSULTAT GÉNÉRAL DE CETTE THÉORIE DU CIEL.*

1480. CONCLUSION. *Tout dépoſe donc dans la Nature viſible, en faveur de l'Attraction newtonienne :* puiſque tout nous y dévoile & nous y démontre & ſon exiſtence & ſon influence.

Elle ſe montre & elle ſe fait ſentir autour de nous & loin de nous, cette *Loi générale d'attraction*,

*en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances*, dans le grand & permanant Phénomene de la Peſanteur des Corps; dans les divers Phénomenes du Mouvement elliptique des Planetes & des Cometes; dans tous les frappans Phénomenes du Flux & du Reflux de la Mer; & en général, dans tout le grand théâtre de la Nature viſible, dont elle eſt le principale Mobile.

Avant Newton, on commençoit à connoître la Nature viſible, & ſur la Terre & dans le Ciel : mais tout y paroiſſoit abſurde & biſarre; parce que l'on ignoroit la *principale Cauſe* des divers Phénomenes qu'elle préſente à nos regards.

Newton, d'une main habile, déchira le Voile qui nous cachoit le *grand Reſſort moteur de l'Univers*: & dès-lors, toutes les apparentes biſarreries de la Nature dans le Ciel & ſur la Terre, telles que les irrégularités de la Lune, le Mouvement rétrograde de la Terre autour d'un axe parallele à l'axe de l'Ecliptique, les Vîteſſes croiſſantes & décroiſſantes des Planetes dans des Courbes inégalement excentriques & toutes rentrantes ſur elles-mêmes, devinrent de *ſimples Dépendances d'une Cauſe générale & primitive*, dont la théorie ſpéculative mene tout auſſi indéfectiblement à la connoiſſance du Ciel, que les Obſervations les plus exactes. Car, plus on parvient à connoître exactement le Ciel : plus les Obſervations ſe rapprochent de la théorie de Newton, de la théorie de l'Attraction.

Oſeroit-on ſoupçonner après cela, qu'*un Principe ſi ſimple & ſi f cond*, qu'un Principe qui cadre ſi parfaitement avec toute la théorie de la Nature, qui s'accorde en tout & par-tout avec les *Phénomenes aſtronomiques & phyſiques*, avec toutes leurs circonſtances, avec toutes leurs particularités, avec toutes leur variations, pût n'être qu'une heureuſe & ingénieuſe Fiction, qu'une Cauſe idéale & ſans aucune

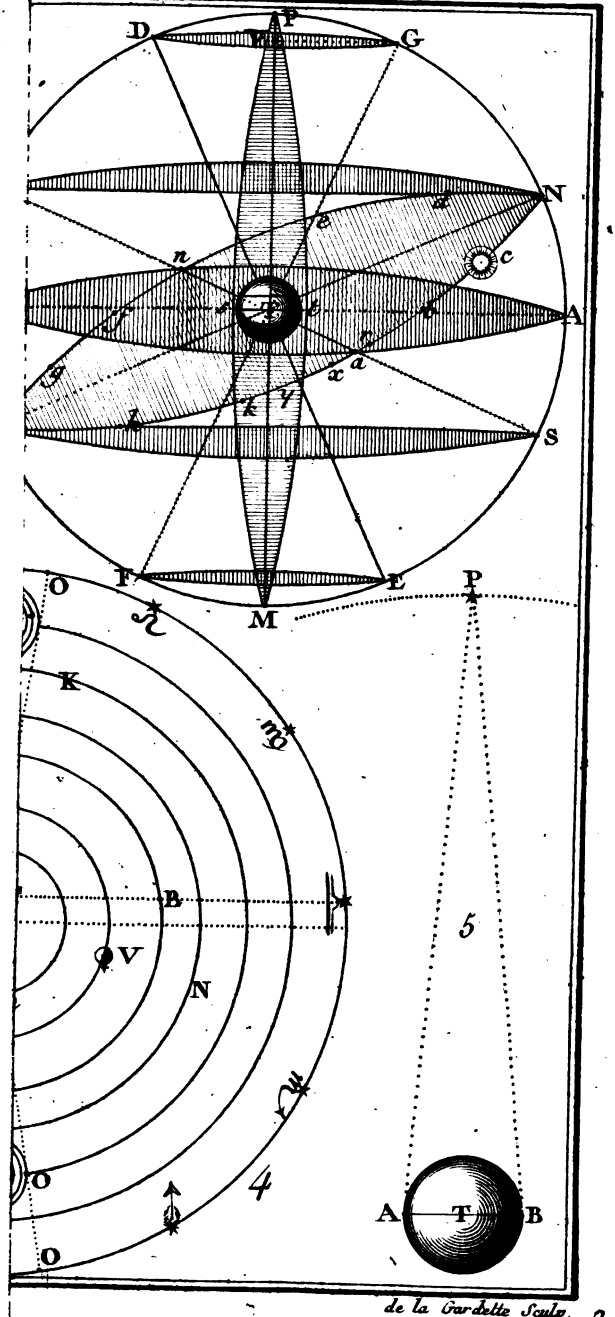
réalité, qu'un Etre purement imaginaire & métaphyſique ?

Ce ſeroit former un *Soupçon bien ſingulier & bien étrange :* ce ſeroit porter le Pyrrhoniſme à ſon dernier période ; & établir ſon abſurde empire ſur toutes les *Cauſes phyſiques*, qui ne ſe dévoilent & ne ſe font connoître que par leurs effets ; & dont aucune ne démontre plus ſplendidement & plus univerſellement ſon exiſtence & ſon influence, que l'Attraction découverte & développée par Newton.

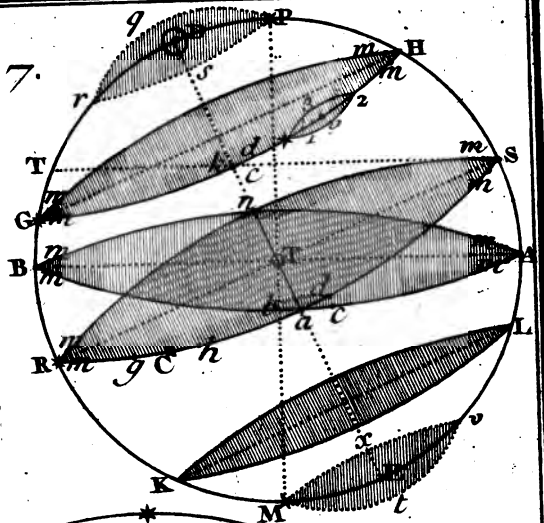
L'Attraction unie à l'Impulſion ſur la Terre, ſéparée de l'Impulſion dans l'immenſité des Cieux : telle eſt donc la *principale Cauſe phyſique* des grands Phénomenes que nous obſervons dans la Nature entiere ; dans ce *grand Tout*, où ſe déploie de toute part, & la ſageſſe & la puiſſance & l'action permanante d'un Être incréé & créateur ; & dont nous venons de montrer le riche Tableau & de développer l'intéreſſant Mécaniſme, dans *un Ouvrage* qui embraſſe ſéparément & en détail, comme on voit, toutes les Branches & toutes les Parties de la Phyſique ; & qui n'a d'autres bornes dans ſon Objet, que celles de la Nature elle-même.

La *Théorie des nouvelles Découvertes* qui ſert de Supplément à cet Ouvrage, & qui en forme le cinquieme & dernier Volume, achevera de lui donner abondamment tout ce qui auroit pu peut-être lui manquer de modernes Analyſes, de modernes Obſervations, de modernes Théories ; pour en faire à tous égards, un Cours vraiment complet de Phyſique ſpéculative, expérimentale, ſyſtématique, & géométrique.

*FIN DU QUATRIEME VOLUME.*




de la Gardette Sculp. 23.



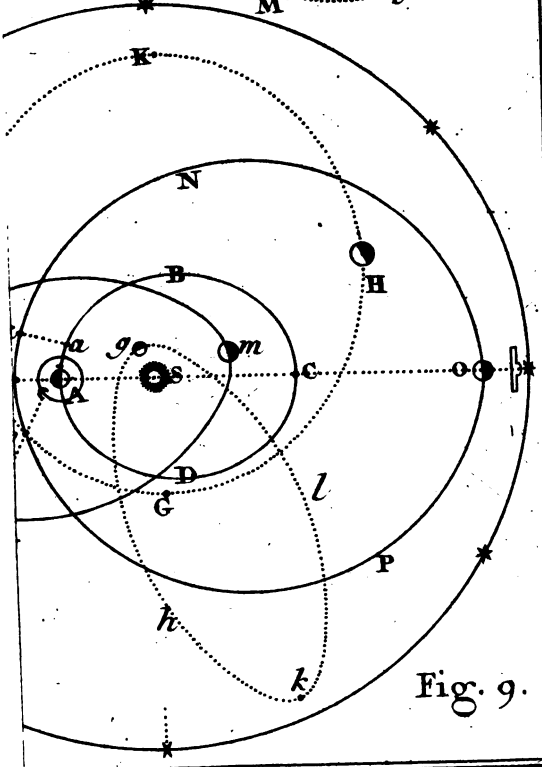
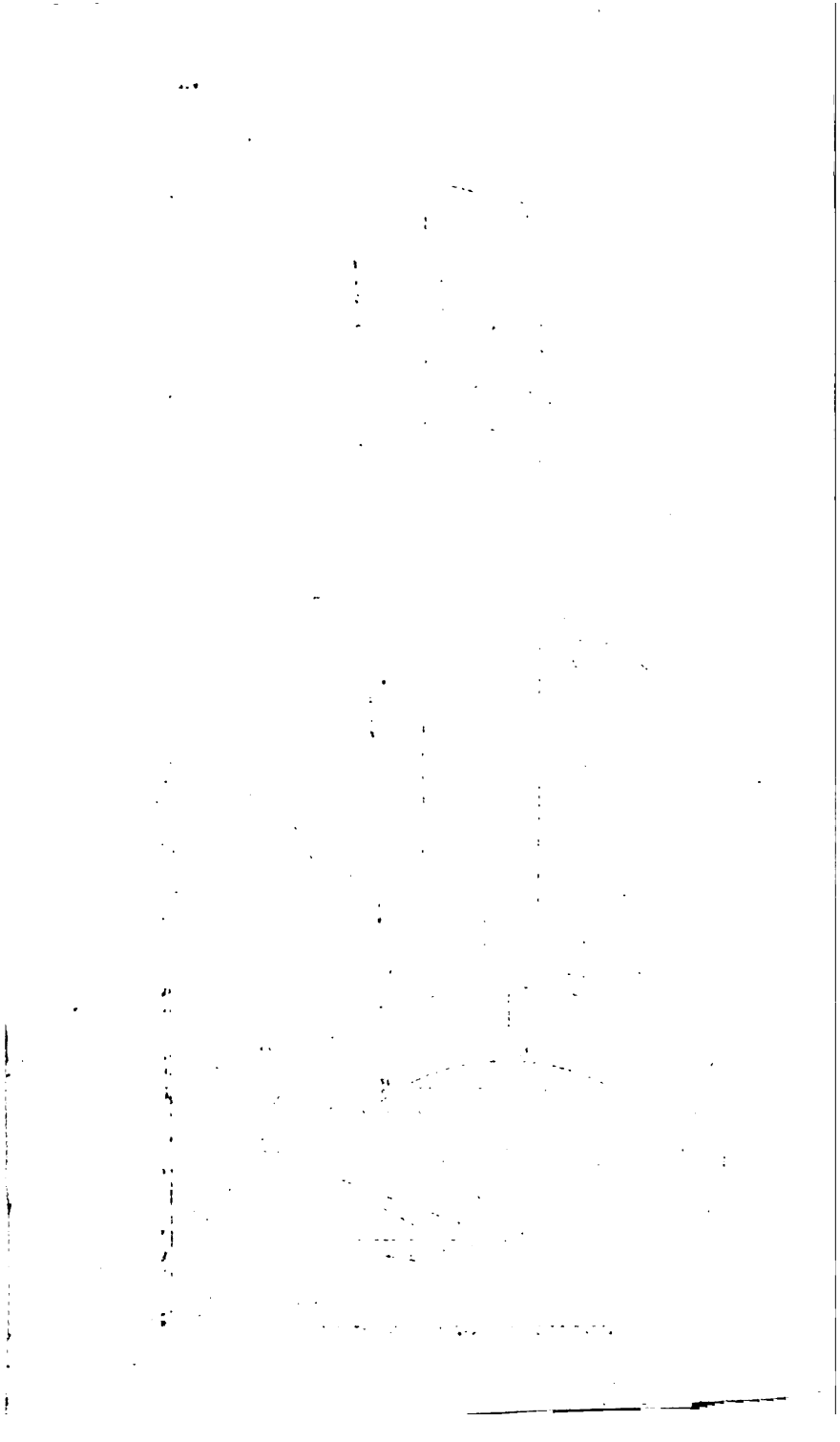
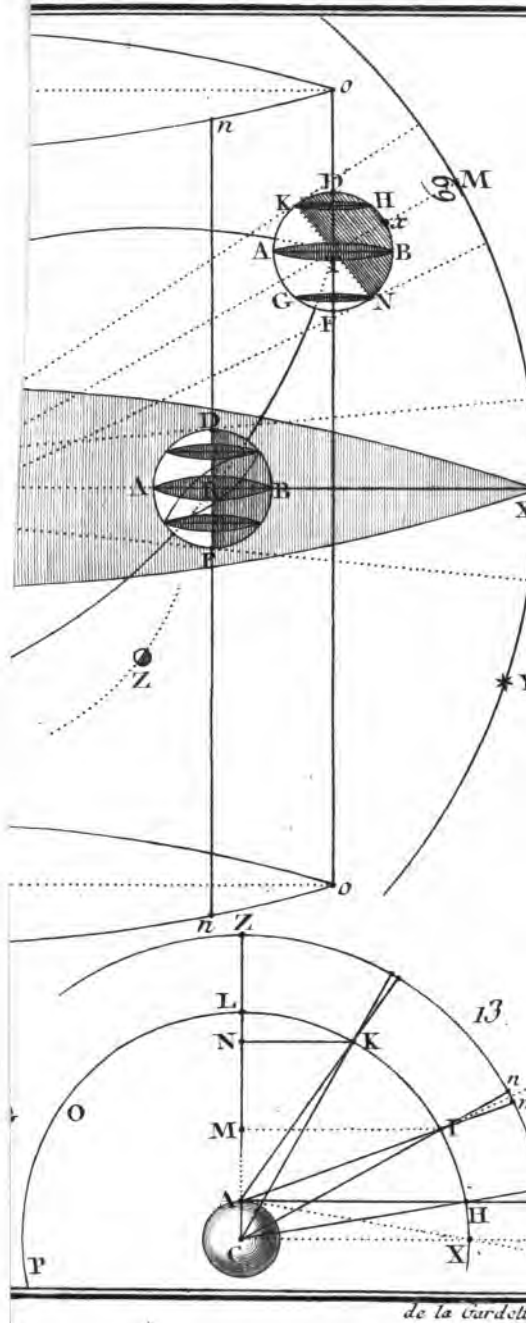
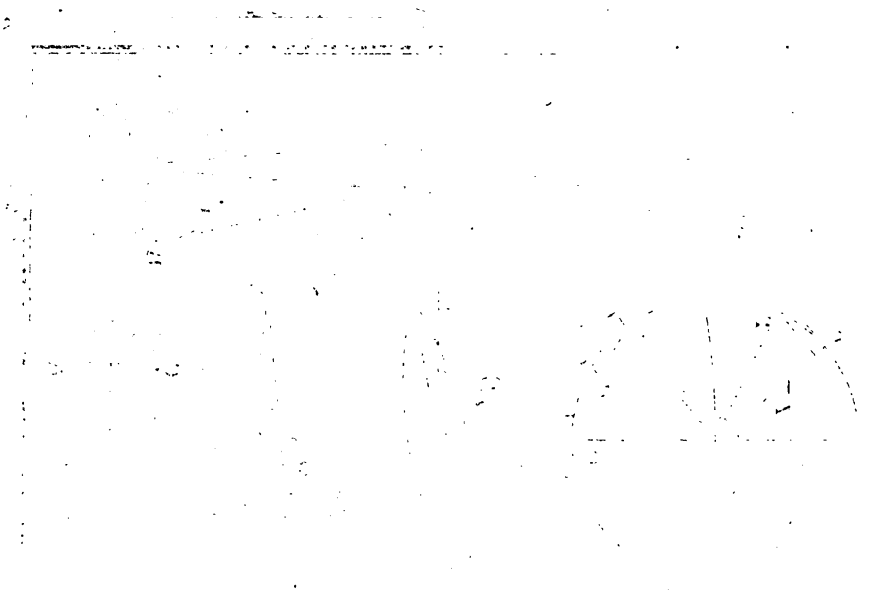



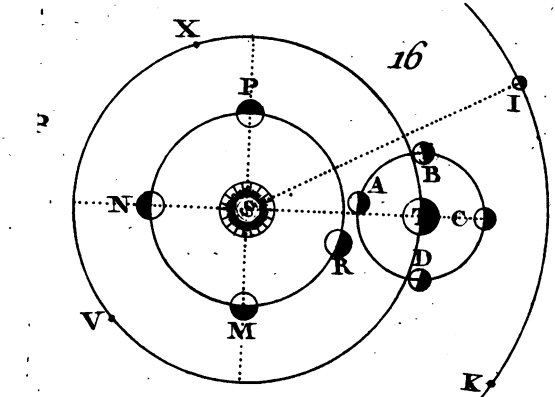

Fig. 9.

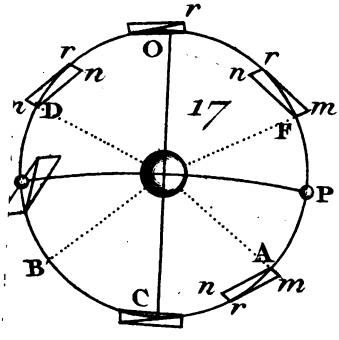


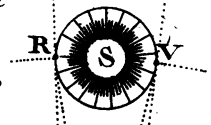


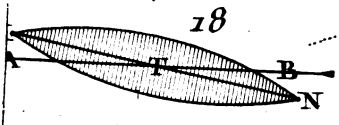

de la Gardette

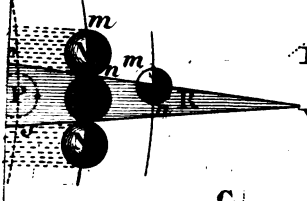


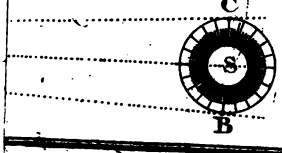


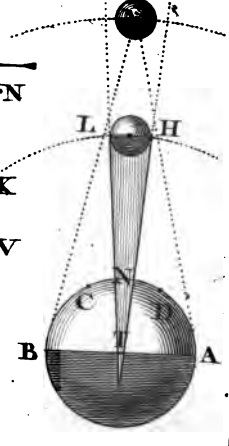



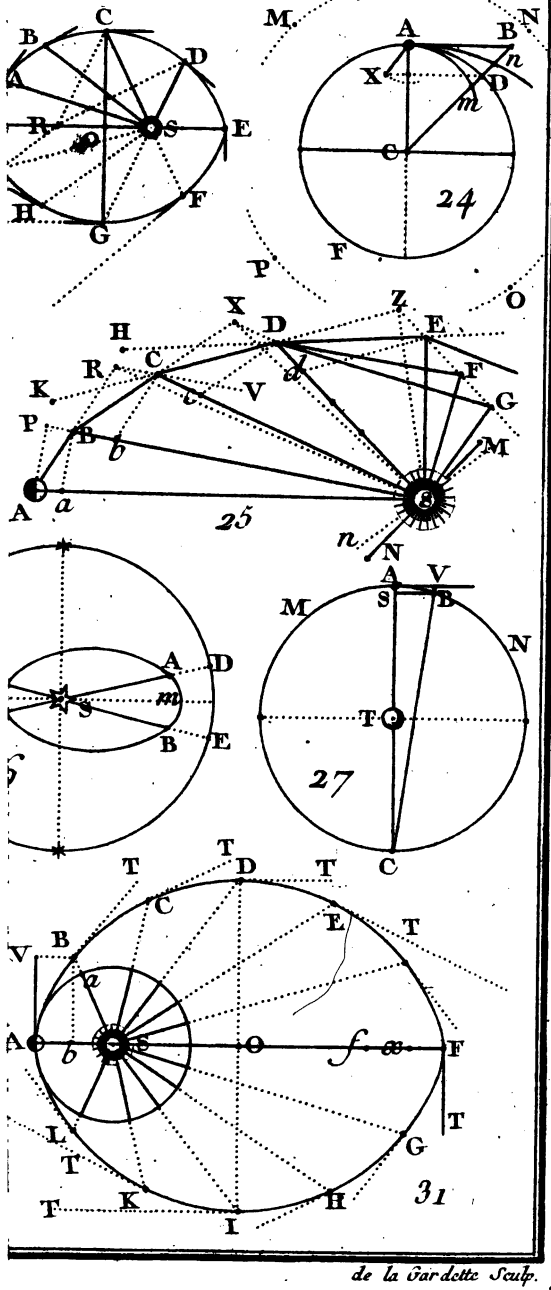



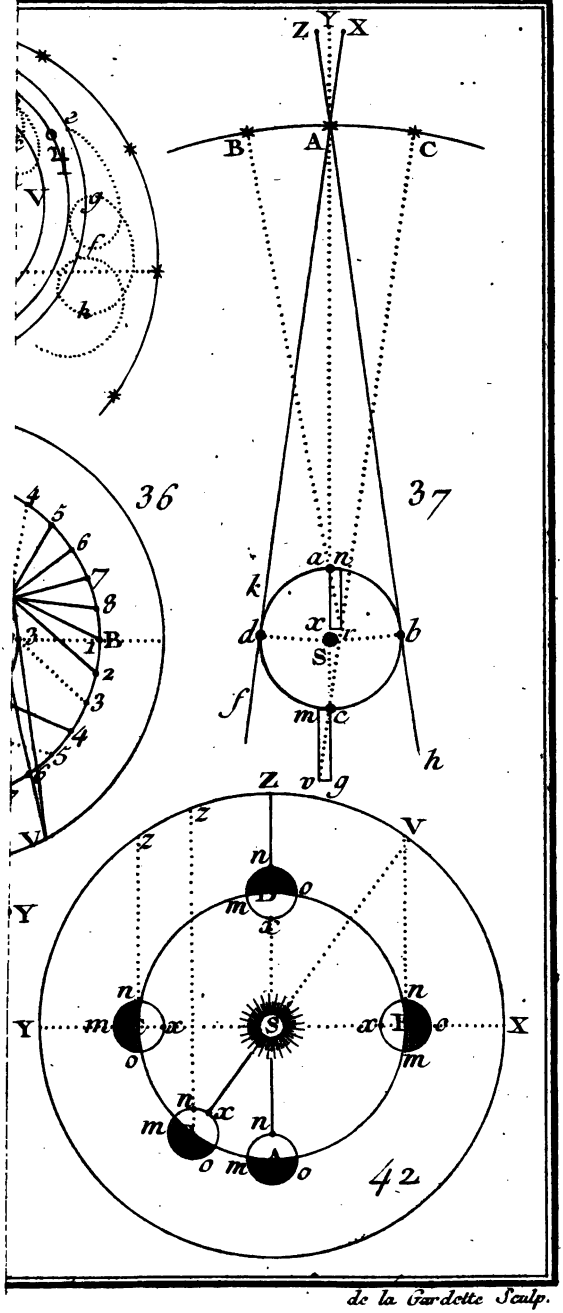



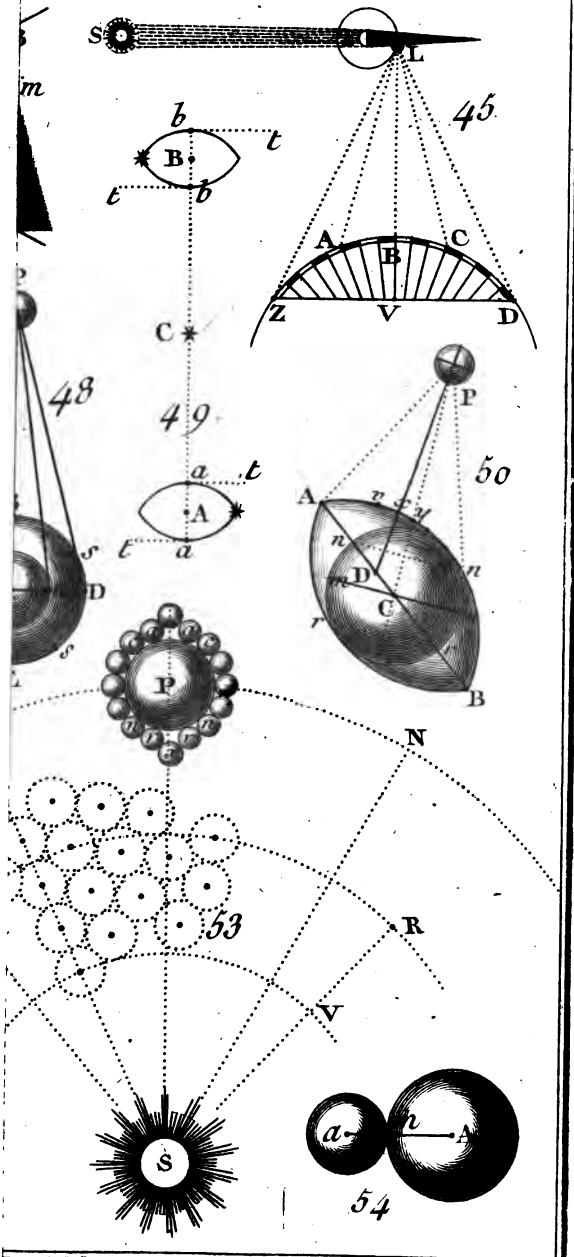

de la Gardette Sculp. 26.



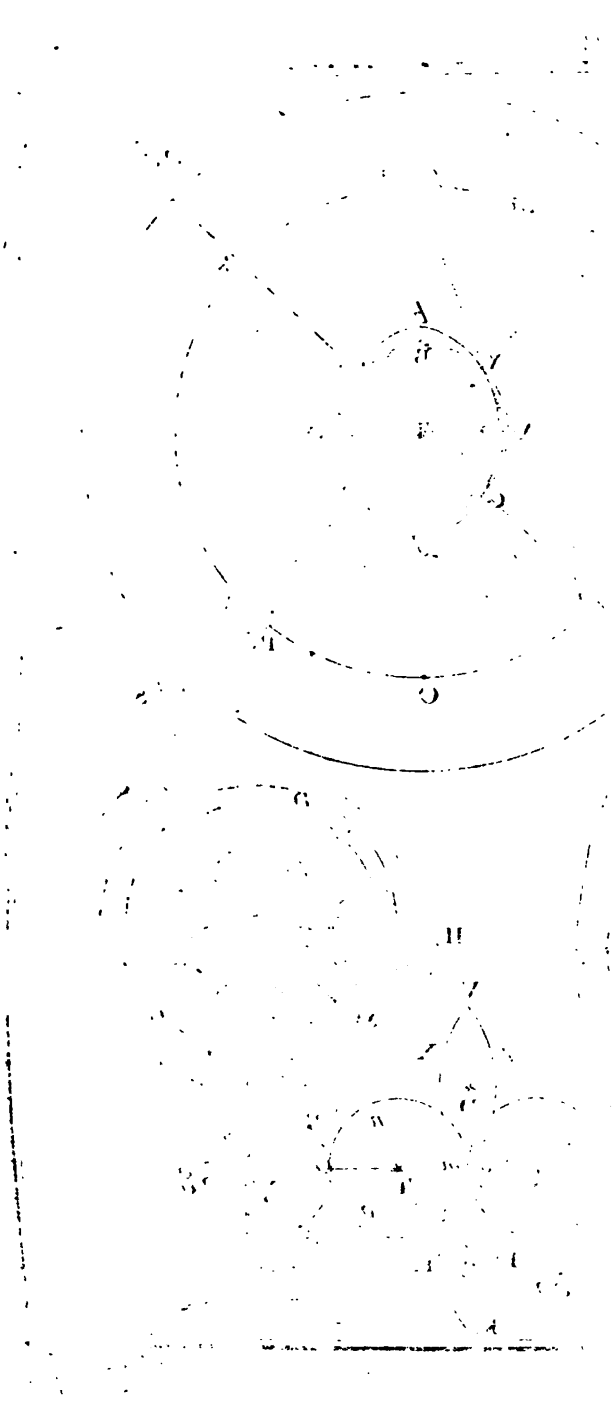

de la Gardette Sculp.

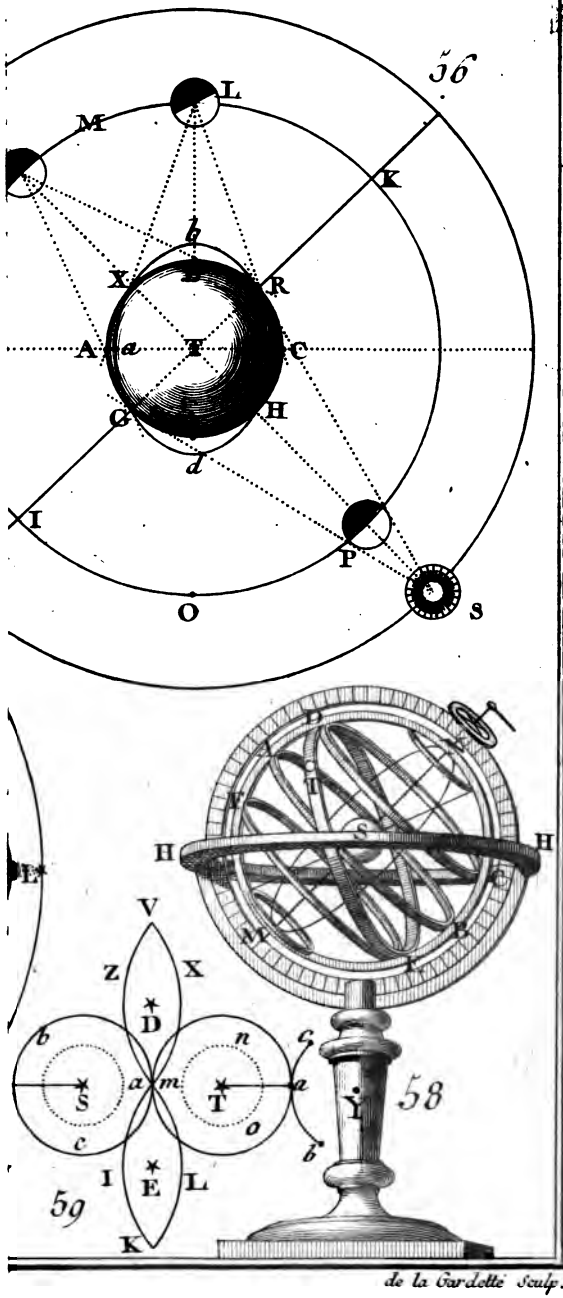



de la Gardette Sculp.



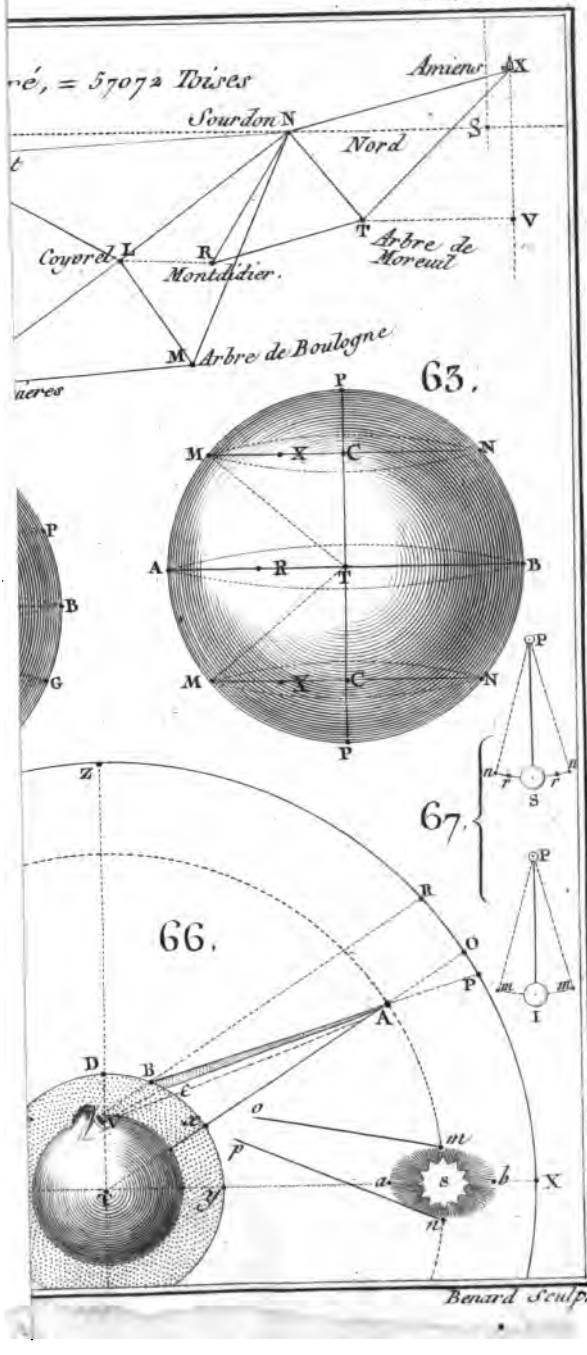

de la Gardette Sculp.



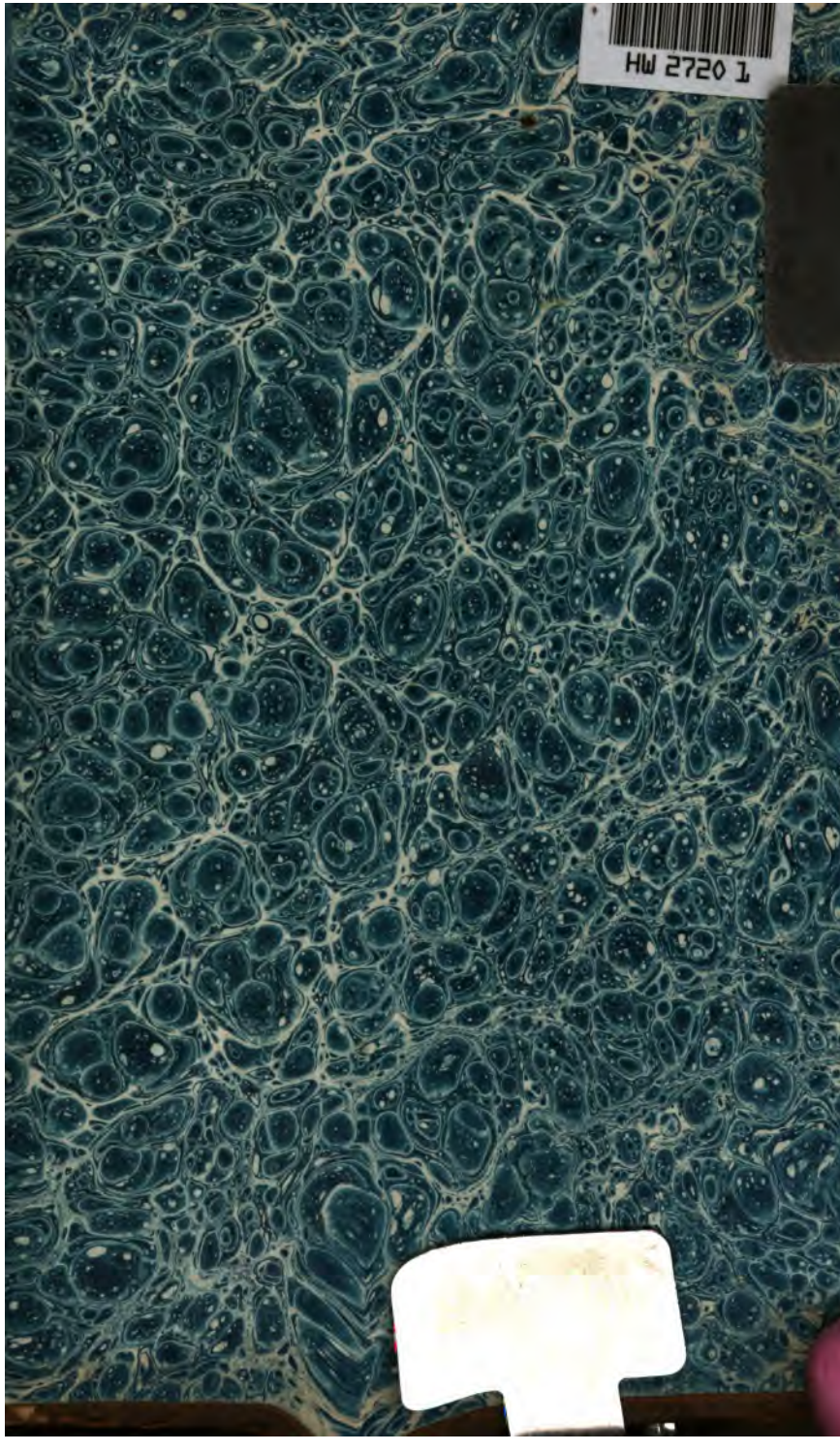



de la Gardette Sculp. 30.

Pl. IX et 2.re



ré, = 57072 Toises
Amiens
X
Sourdon N
S
Nord
t
V
T
Arbre de Moreuil
Coyvrel L
R
Montdidier.
M
Arbre de Boulogne
ieres
63.
P
M
X
C
N
A
R
T
B
M
X
C
N
P
P
B
G
P
n
r
r
n
S
67.
P
m
m
I
Z
R
66.
O
P
A
D
B
c
o
m
p
a
s
b
X
n
Benard Sculp.


HW 2720 1